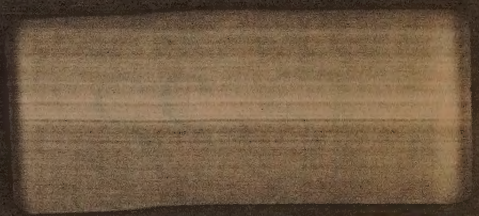
Electronic Services - Los Angeles
M13175X

INSTRUCTION MANUAL

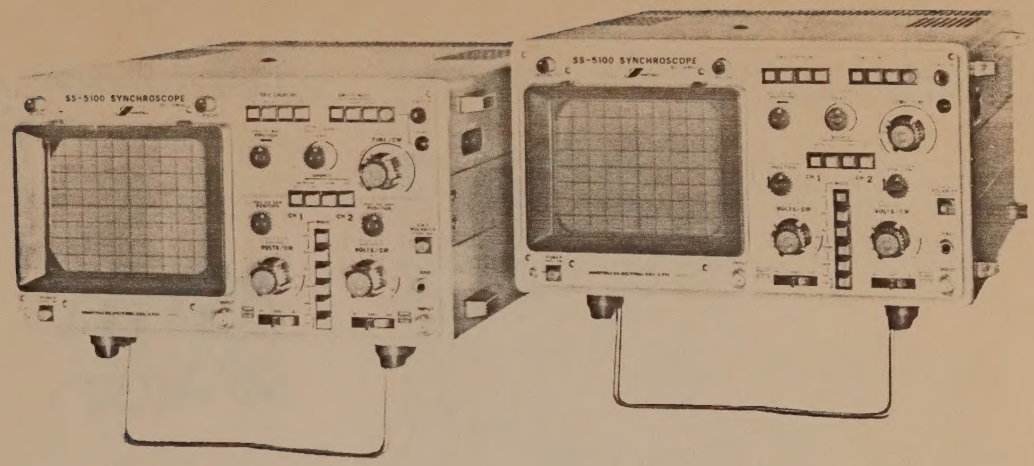


IWATSU ELECTRIC CO., LTD.

ROLAND CORP.
10269 1-3

IWATSU
SS-5100
SCOPE

GENERAL ELECTRIC CO.
LOS ANGELES INSTRUMENTATION
11223 SOUTH HINDRY AVE.
LOS ANGELES, CA 90045



取扱説明書

SYNCHROSCOPE
SS-5100

1942401～ May 1975 <7>

岩通電子測定器をご採用いただきまして ありがとうございます

岩通電子測定器は、独自の信頼性管理システムと全国に網らしたサービスネットワークにより、品質保証に完全を期しています。

信頼性管理システムでハードウエアを…

性能、操作性、信頼性等、測定器に要求されるあらゆるファクタを追求した高信頼度設計、ハイブリッドIC・スイッチなど信頼性の中枢となる部品を自製化するなどの積極的な部品保証活動、そして、きびしい環境試験、デバッキング等による製品保証活動。これら3要素をシステム化した信頼性管理活動がハードウエアを保証します。

アフタサービスとソフトウエアサービスで完全を…

メインテナンスから応用測定まで、測定上のあらゆる問題にお応えするために、サービスエンジニアとフィールドエンジニアが全国くまなくスピーディに活躍しています。サービスネットワークの最寄りの営業部・所、支社、サービス課〈巻末参照〉に、なにごとによらずお申し付けください。ただちにサービスにあたることをお約束いたします。なお、ご連絡の際には製品の形名と製造番号をお知らせください。

目　次

セクション1　性　能

ブラウン管部 …… 1－2
垂直偏向系 …… 1－2
水平偏向系 …… 1－2
校正電圧出力 …… 1－3
電　源　部 …… 1－4
重　　さ …… 1－4
大　き　さ …… 1－4
環境条件 …… 1－5

セクション2　操作方法

操作する前の取扱い …… 2－2
操作個所の説明 …… 2－5
操作方法 …… 2－10

セクション3　測定方法

測定の準備 …… 3－
測定方法 …… 3－1

セクション4　性能点検と校正

性能点検と校正を行なう時期について …… 4－
性能点検と校正に必要な測定器と器具 …… 4－
性能点検と校正 …… 4－

略語について……本取扱説明書には次のような略語を使用して います。

●単位に関するもの

A	ampere
dB	decibel
g	gram
Hz	hertz
m	meter
sec(SEC)	second
F	farad
V	volt
W	watt
Ω	ohm
rms	root mean square
p−p	peak to peak

●単位の係数

T	tera	10^{12} =1 000 000 000 000
G	giga	10^{9} =1 000 000 000
M	mega	10^{6} =1 000 000
k	kilo	10^{3} =1 000
h	hecto	10^{2} =100
da	deca	10^{1} =10
d	deci	10^{-1} =0.1
c	centi	10^{-2} =0.01
m	mili	10^{-3} =0.001
μ	micro	10^{-6} =0.000 001
n	nano	10^{-9} =0.000 000 001
p	pico	10^{-12}=0.000 000 000 001

●その他

AC	alternate current
ADJ	adjust
ALT	alternate
ASTIG	astigmatism
AUTO (Auto)	automatic
BAL	balance
CAL	calibrated
CH 1	channel 1
CH 2	channel 2
CHOP	chopped
DC	direct current
EXT	external
GND	ground (earth)
HF REJ	high frequency reject
HORIZ	horizontal
ILLUM	illumination
INT	internal
INTEN	intensity
INV	invertor
MAG	magnifier
NORM	normal
ORTHO	orthogonality
TRIG	trigger
VERT	vertical

概　　要

シンクロスコープSS−5100は，使いやすさと機動性を重視した，軽くて小形のポータブルシンクロスコープです。

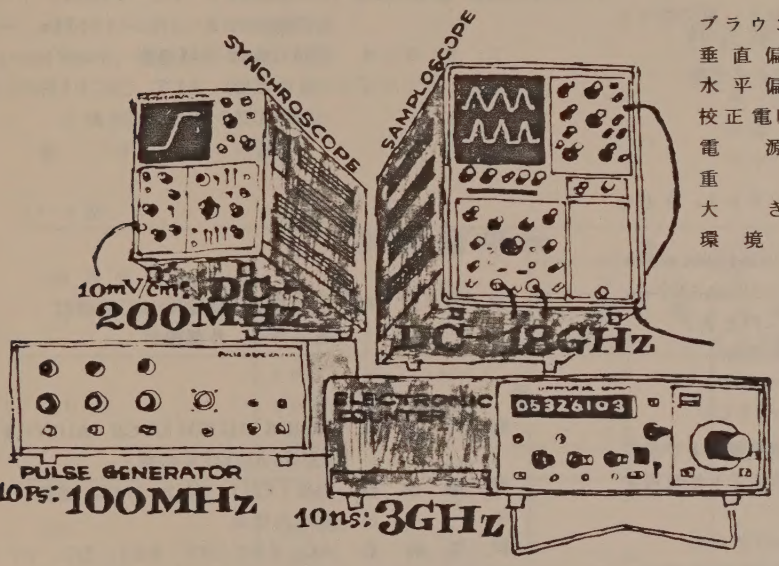
垂直偏向系は，DC から10MHz の周波数帯域幅をもち，電子切換方式による2現象形で，両チャンネルとも2mV/cm（×10GAIN使用時）の感度をもっています。

水平偏向系は，DC から10MHz の波形を完全に同期させることができ，新同期方式LOCK AUTO の採用によって，めんどうな同期操作を解決しました。また，テレビの同期信号分離回路によりテレビの合成信号も同期し，さらに，LINE同期の機能が装備されていますので，一層広い用途にご使用いただけます。

ブラウン管は，縦8 cm，横10cmの有効面をもっており，広範囲にわたって鮮明に観測することができます。

セクション1 性　能

ここでは，正しい測定をするために必要な性能と確度を列記します。



ブラウン管部……1－2
垂直偏向系……1－2
水平偏向系……1－2
校正電圧出力……1－3
電源部……1－4
重さ……1－4
大きさ……1－4
環境条件……1－5

ブラウン管部

ブラウン管	130BFB31／130AWB31
形状	5インチ（130㎜）丸形
有効面	縦80㎜×横100㎜
加速電圧	約2.2 KV

外部輝度変調

入力電圧	3 Vp-p以上(正で暗くなり，負で明るくなります） TTLレベルで直接ドライブ可能
周波数範囲	DC～1MHz
入力抵抗	約20KΩ

垂直偏向系

（2現象観測用でチャンネル1，2とも下記の性能です）

感度	2mV/㎝～1V/㎝（×10GAINプルのとき） 20mV/㎝～10V/㎝（×10GAINプッシュのとき） 1－2－5ステップ9段切換 確度 ±3％（20℃～30℃） ±5％（0℃～40℃） 2mV/㎝～25V/㎝ 微調器および感度拡大器使用により連続可変
極性切換	CH2のみ可能
入力RC	直接 R 1MΩ±2％ C 32pF±5pF プローブ使用時（減衰比10：1のとき） R 10MΩ±3％ C 15pF±2pF
入力耐圧	直接 600V(DC+ACpeak) プローブ使用時 600V(DC+ACpeak)
信号入力結合	AC－GND－DC
立上り時間	35ns以下
周波数帯域幅	DC結合のとき DC～10MHz －3dB AC結合のとき 4Hz～10MHz －3dB
ドリフト	電源ON15分経過後 1mV／hour以内
モード	CH1，CH2，ALT，CHOP（約250KHz） ADD，CH1－Y CH2－X

水平偏向系

掃引方式	起動掃引，自励掃引，単掃引
掃引モード	通常掃引，外部掃引

掃引

同期方式	NORM AUTO（LOCK AUTO，FREE RUN AUTOも可能）
同期種類	内部（CH1，CH2）外部，電源
極性	正または負
同期結合	AC，(AC)HF REJ，DC，TV-V
外部入力抵抗	1MΩ±5％

同期周波数範囲
および
最小同期レベル　1－1表参照

掃引時間　0.5μs/cm～0.5s/cm
1－2－5 ステップ　19段切換
確度　±3%（20℃～30℃）
±5%（0℃～40℃）
0.5μs/cm～1.25s/cm　微調器使用により連続可変

掃引拡大　5倍　確度　±5%
管面中央で左右に拡大します

最高掃引時間　100ns

単掃引　可能

CH1－Y CH2－X

感度　垂直偏向系のCH2に同じ
周波数帯域幅　DC～1MHz　－3dB
入力RC　垂直偏向系のCH2に同じ
入力耐圧　垂直偏向系のCH2に同じ
X－Y位相差　DC～100kHz　3°以内

校正電圧出力

発生波形　方形波
繰返し周波数　1kHz　確度　±20%
デューティ・レシオ　49：51以内

1－1表

同期信号結合（TRIG COUPLING）	同期周波数範囲	最小同期レベル NORM 内部同期（管面振幅－mm）	NORM 外部同期（入力電圧－Vp-p）	AUTO 内部同期（管面振幅－mm）	AUTO 外部同期（入力電圧－Vp-p）
AC	50Hz～1MHz	5	0.2	10	0.7
	1MHz～2MHz	5	0.3	5	0.3
	2MHz～10MHz	10	0.3	15	0.7
(AC) HF REJ	30Hz～10kHz	5	0.3	10	0.9
DC	DC～1MHz	5	0.2	10（50Hzより）	0.7（50Hzより）
	1MHz～2MHz	5	0.3	5	0.3
	2MHz～10MHz	10	0.3	15	0.7
TV－V	（垂直同期パルス振幅）	10	0.3	10	0.3

出 力 電 圧　8mV, 80mV, 0.8V
確度　±2%

周 波 数 範 囲　50Hz～400Hz
消 費 電 力　約40W(AC100Vのとき)

電　源　部

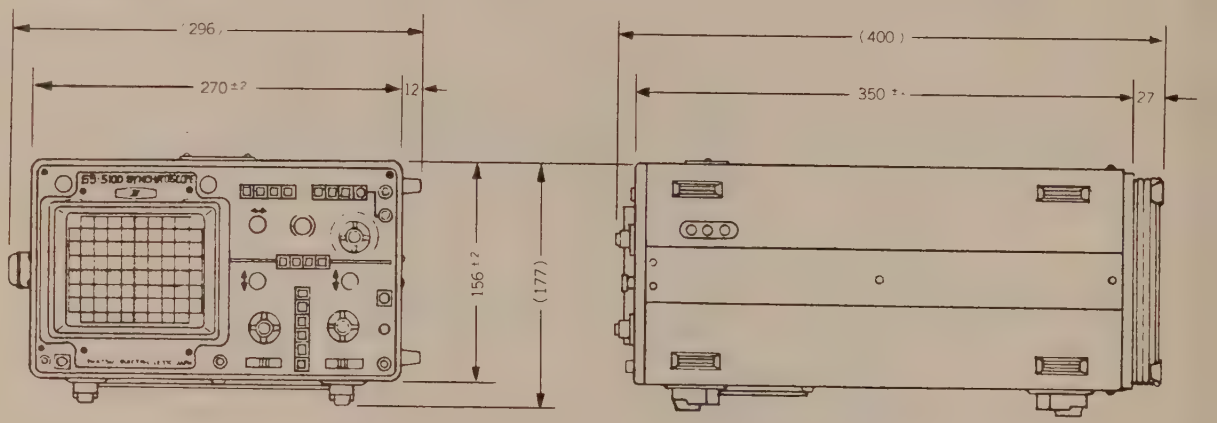
電 圧 範 囲

中心電圧	電圧範囲	備　考
AC100V	90～110V	電源切換プラグをさしかえることにより，それぞれの電圧範囲が選べます。
AC117V	106～128V	
AC217V	196～238V	
AC234V	211～257V	

重　さ　約6.5 kg

大　き　さ　270±2W×156±2H×350±2L(㎜)

1－1図　寸法図



環境条件

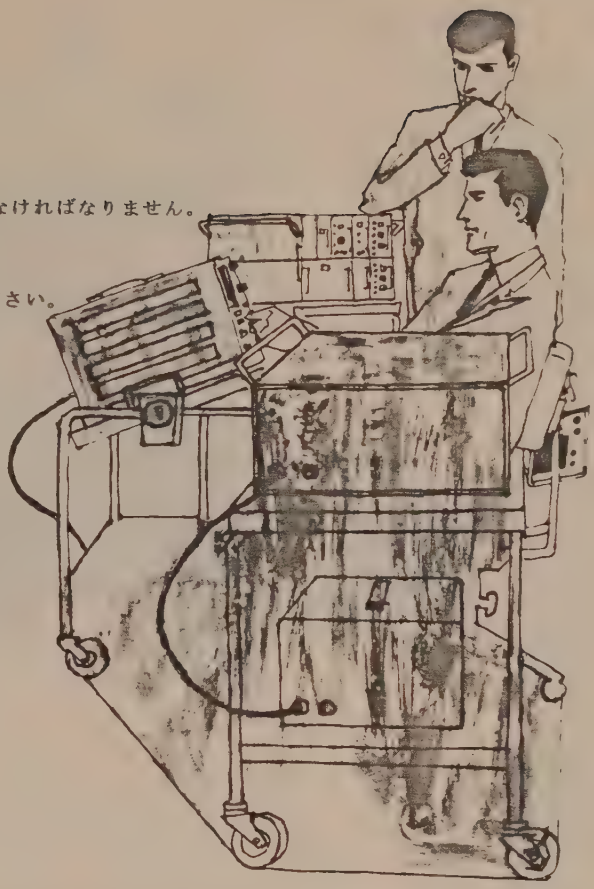
動作温度	−10℃～+50℃
動作湿度	40℃ 90%（相対湿度）
保存温度	−20℃～+70℃
保存湿度	70°C 80%（相対湿度）
高度	動作時 4500m 気圧 432mmHg
	非動作時 15000m 気圧 91mmHg

振動試験	周波数10Hzと35Hzの間を1分間で往復する。複振幅1mm，上下，左右，前後各々30分，計1.5時間
衝撃試験	一辺を5cm（仰角30°最大）持上げ，堅木の上に自然落下させる。各辺3回以上
落下試験	輸送梱包したのち，75cmの高さから落下させる。各面，各角，計24回

セクション 2 操作方法

SS－5100 を有効に使用するためには,機能と正しい操作方法を知らなければなりません。
ここでは，まず操作する前の取扱いと操作個所の機能の説明をして，
次に実際の操作方法を説明します。
すぐお使いになる場合は,「操作方法」の項（2－10ページ）をお読みください。

操作する前の取扱い…… 2－ 2
　置き方…… 2－ 2
　フィルタの特長と取外し方…… 2－ 3
操作個所の説明…… 2－ 5
　正面パネル…… 2－ 5
　上面パネル…… 2－ 9
　右側面パネル…… 2－ 9
　背面パネル…… 2－ 9
操作方法…… 2－10
　操作前の取扱いご注意…… 2－10
　同期させるまでの基本操作…… 2－11
　正しく同期させるには？…… 2－18
　２現象観測の操作と和・差の測定…… 2－22
　掃引拡大の操作…… 2－25
　単掃引の操作…… 2－26
　外部輝度変調をかけるための操作方法…… 2－26



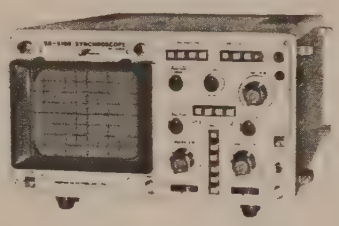
操作する前の取扱い

置　き　方

SS－5100 は，2－1図に示すように3通りの置き方ができます。なお，(c) のように立てて使用する場合，プローブを強く引張ったりしますと倒れますから，注意してください。
また，それぞれの置き方によってブラウン管面のトレースの垂直位置が若干変動することがありますが，これは異常ではありません。約1分位で落着きます。

2－1図　ブラウン管面を見やすい位置へ

ブラウン管面（以下管面と呼びます）が，SS－5100 を使用する人の目の高さと同じ位置にある場合。

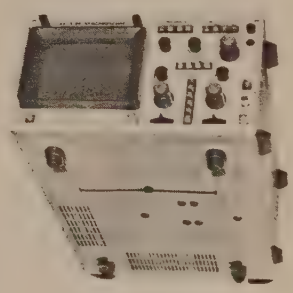


(a)

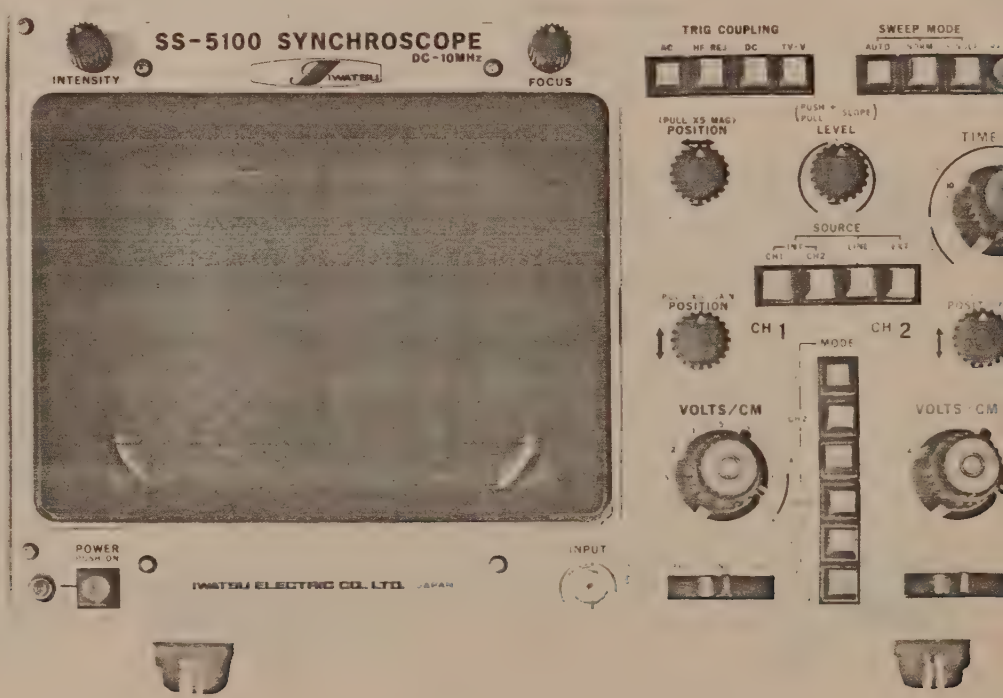
管面が，SS－5100 を使用する人の目の高さより低い位置にある場合。

(b)

SS－5100 を直接床の上などに置き，管面を上に向けて使用する場合。



(c)


SS-5100 SYNCHROSCOPE
DC~10MHz
INTENSITY
FOCUS
TRIG COUPLING
SWEEP MODE
POSITION
LEVEL
TIME
SOURCE
CH 1
CH 2
MODE
VOLTS/CM
POWER
INPUT
IWATSU ELECTRIC CO. LTD.

FUSE

フィルタの特長と取外し方

SS−5100 にはスモークフィルタが使用されています。このスモークフィルタは次のような特長をもっています。

①外からの入射光はフィルタによって吸収され，ブラウン管面での反射がない。

②表面を微小な凸凹にすることにより，外からの光線に対して表面反射をやわらげている。

③トレースのコントラストを強くして，波形の観測をしやすくする。

④ブラウン管螢光膜より発射する強烈な光をやわらげ，目の疲れを防ぐ。

なお，観測波形の写真撮影をするときには，フィルムの感光度を上げるためにフィルタを取外します。取外し方は，フィルタの枠を持ってまっすぐ手前に引き出します。取外しの際には，フィルタに傷をつけないよう，充分注意してください。

操作個所の説明

ここでは，正面パネル，上面パネル，右側面パネルおよび背面パネルのつまみ，接栓などの機能について説明します。２重つまみの区別は，スレートグレーつまみがパネルのスレートグレーの文字によって指示され，レッドつまみがレッド文字によって指示されます。折込みページの２－２図を見開いて参照してください。

正面パネル

《電源，ブラウン管関係》

INTENSITY
ブラウン管面（以下管面と呼びます）にあらわれるスポット（輝点），またはトレース（輝線）の明るさを加減する調整器です。右回しで輝度が明るくなり，左回しで暗くなり消えます。

FOCUS
管面にあらわれるスポット，またはトレースを鮮明にするための調整器です。

POWER(PUSH ON)
電源スイッチで，プッシュするとスイッチはロックされて電力が供給され，左のランプが点灯して表示します。電力が供給されているときにプッシュするとロックがはずれてスイッチが切れます。

《垂直偏向系関係》

CH1，CH2の対象するつまみ・接栓などは同じ機能をもっていますので，それらのつまみ・接栓などについては，その一方のみについて説明します。

MODE
２現象増幅器の動作を切換えるスイッチで，次の各動作を選択することができます。

CH 1　　CH 1の増幅器のみ動作し，1現象のシンクロスコープとなります。
内部同期の場合，SOURCE（後述）の切換えとは無関係に，CH 1の信号で同期がとれます。

CH 2　　CH 2の増幅器のみ動作し，1現象のシンクロスコープとなります。
内部同期の場合，SOURCE（後述）の切換えとは無関係に，CH 2の信号で同期がとれます。

ALT　　CH 1，CH 2の増幅器の動作を水平掃引の終りごとに切換えて，交互に描かせます。
この方法は掃引時間を遅くすると（約2msec／cm以下），CH 1，CH 2が交互に管面にあらわれるので同時に２現象を観測できなくなります。従って，ALTでの２現象観測は，比較的周波数の高い入力信号の場合に適します。
内部同期で同期をとる場合のチャンネルの選択は，SOURCE

（後述）のINT CH1・INT CH2の切換えによります。

CHOP　　CH 1・CH 2の増幅器の動作を約250kHz の繰返しで交互に切換えて，同時に描かせます。
この方法はCH 1，CH 2のトレースが点のつながりであらわされるので，掃引時間を速くすると（約50μsec／cm 以上），その点があらわれ，観測しにくくなることがあります。従ってCHOPでの2現象観測は，比較的周波数の低い入力信号の観測に適します。
内部同期で同期をとる場合のチャンネルの選択は，ALT 同様，SOURCE（後述）のINT CH1・INT CH2 の切換えによります。

ADD　　CH 1，CH 2の増幅器を同時に動作させて，CH 1，CH 2の入力信号の代数的和または差の信号を描かせます。CH 2 POLARITY をプッシュしないときは代数的に和となり，プッシュ状態（INV）のとき差となります。

CH1－Y　CH2－X　　X－Yスコープとして動作させるためのモードです。CH1 のINPUTに加えた信号は垂直方向に，CH2 のINPUTに加えた信号は水平方向にそれぞれ振れます。なお，管面波形の位置を調整する場合，垂直方向はCH1 のPOSITIONを，水平方向は（PULL X5 MAG）POSITIONを操作します。

CH2 POLARITY(PUSH INV)
CH 2の極性切換用プッシュスイッチです。そのままで正常，プッシュで逆転します。INV の状態からプッシュすれば，もとの正常にもどります。

AC－GND－DC
信号入力結合の種類を選択するスイッチです。AC にすると垂直増幅器の入力部が交流結合となり，入力信号に直流分があるときでも，これはカットされて交流分のみあらわれます。
DC にすると直流結合となり，入力信号の直流分をも含めた観測ができます。GND にすると入力信号と垂直増幅器が切断され，垂直増幅器の入力が接地されます。このため，接地電位（通常測定の基準レベルとされる）を容易に確認することができます。

VOLTS／CM（スレートグレーつまみ）
感度を切換えるスイッチで，20mV／cmから10V／cmまで9レンジに切換えられます。これは入力信号の大きさに応じて，観測しやすいレンジに切換えます。

（PUSH CALIB）VARIABLE（レッドつまみ）
ボリュームとスイッチ（プッシュ・プル）の機能があります。
ボリュームとしての機能は，入力信号を連続的に減衰させる微調器で，つまみをプルにしたとき，左回しいっぱいで減衰比に1／2.5（以上）となり最大になります。従って，VOLTS／CM の各レンジ間を連続的に可変することができます。
ただし，X－Y動作のときのCH2 VARIABLEは，使用できません。
スイッチとしての機能は，プッシュ状態で常時CALIB，プル状態でUNCALIB（ただし，右回しいっぱいの位置は除く）になります。従って，VARIABLEとして操作する場合はプル

の状態で，また定量測定する場合はプッシュの状態，またはプルにしたとき右回しいっぱいの状態で使用します。

(PULL X10 GAIN) POSITION ↕
ボリュームとスイッチ（プッシュ・プル）の機能があります。
ボリュームとしての機能は，管面波形の垂直位置を決める調整器で，右回しで上方向に，左回しで下方向に管面波形が移動します。
スイッチとしての機能は，入力感度をX1とX10に切換えるもので，プッシュ状態ではVOLTS／CM の指示値X1，つまり入力感度は20mV／cm～10V／cmとなり，プル状態ではVOLTS／CMの指示値X10，つまり入力感度は2mV／cm～1V／cmとなります。

INPUT
入力信号，またはプローブのコネクタを接続するための接栓です。
接栓形式は BNC 形です。

GND
アース端子です。

《水平偏向系関係》

SOURCE
同期種類を次のように選択するスイッチです。
（詳しくは2－18ページを参照してください。）

INT CH 1　内部同期になります。CH 1に加える入力信号をとりだして同期信号とし，同期させます。

INT CH 2　内部同期になります。CH 2に加える入力信号をとりだして同期信号とし，同期させます。

LINE　ライン同期になります。ライン電圧を分圧してとりだして同期信号とし，ライン信号を測定するときに同期させます。

EXT　外部同期になります。TRIG INからの外部同期信号の入力で同期させます。

TRIG COUPLING
確実に同期させるために，同期信号の種類に応じて，同期結合を選ぶスイッチです。（詳しくは2－19ページを参照してください。）

AC　交流結合となり，同期信号の直流分はカットされるので，直流分と無関係に同期させることができます。

HF REJ　CHOPでの2現象観測や，高周波ノイズの含まれた波形を観測する場合に適します。

DC　直流結合となり，DC（直流）から同期させることができます。

TV−V　　テレビ信号のうち，垂直同期パルスだけとりだして，この信号で同期をとるため，テレビ信号が安定して測定できます。

SWEEP MODE
次のような掃引動作を選ぶスイッチです。

AUTO　　このスイッチをプッシュすると，同期方式がLock Auto triggerになり，同期信号の大きさやLEVELの操作に関係なく同期がとれます。
同期可能の周波数範囲は，50Hz～10MHzまでです。
また，SWEEP MODEのすべてのスイッチをoffの状態にすると，Free Run Autoになり，LEVELの中央付近で同期がとれ，右または左方向に回すと自励掃引になります。
この場合の同期可能の周波数範囲は，50Hz～10MHzまでです。

NORM　　同期方式がNormal triggerになり，同期信号がない場合，あるいはLEVELが同期点（入力信号波形のどの部分から掃引させるかという点）を越えた場合には，掃引がとまりスポットで待機します。
同期可能の周波数範囲はDC～10MHzまでです。

SINGLE　　単掃引を行なわせるためのスイッチで，プッシュすると単掃引の待受け状態になります。

RESET　　SINGLEスイッチをプッシュしたのちこのスイッチをプッシュすると，入力信号が加えられていて同期がとれていれば，単掃引（掃引が1度だけ行なわれる）します。

READY
SWEEP MODEのSINGLEスイッチを押込んで，RESETスイッチをプッシュしたとき，入力信号が加えられていないか，または入力信号が加えられていても同期がとれていない場合に，待受けの状態を表示するランプが点灯します。

TRIG IN
SOURCEをEXTに設定したときの，外部同期信号を接続するための端子です。

TIME／CM（スレートグレーつまみ）
掃引時間を切換えるスイッチで，0.5μsec／cmから0.5sec／cmの間を1－2－5ステップで19段に切換えます。
掃引時間は，入力信号の周波数や立上り時間，または下降時間に応じて，観測しやすいレンジに設定します。

(PUSH CALIB)VARIABLE（レッドつまみ）
ボリュームとスイッチ（プッシュ・プル）の機能があります。
ボリュームとしての機能は，プルの状態にして使用した場合，TIME／CMの微調器となり，掃引時間を連続的に遅くすることができます。左回しいっぱいでTIME／CMの指示値の1／2.5（以上）となり最大になります。従って，TIME／CMの各レンジ間を連続的に可変することができます。

スイッチとしての機能は，プッシュ状態で常時CALIB，プル

状態でUNCALIB（ただし，右回しいっぱいの位置は除く）になります。従って，VARIABLEとして操作する場合はプルの状態で，また定量測定する場合はプッシュの状態，またはプルにしたとき右回しいっぱいの状態で使用します。

(PUSH + / PULL −SLOPE) LEVEL

ボリュームとスイッチ（プッシュ，プル）の機能があります。
ボリュームとしての機能はLEVELで，同期点を調整します。
スイッチとしての機能はSLOPEで，プッシュ状態では管面にあらわれる波形は正のスロープから掃引し，プルにすると負のスロープから掃引します。（2−14ページを参照してください。）

(PULL X5 MAG)POSITION ⟷

ボリュームとスイッチ（プッシュ・プル）の機能があります。
ボリュームとしての機能は，管面波形の水平位置を決める調整器で，右回しで右方向に，左回しで左方向に管面波形が移動します。
スイッチとしての機能は，掃引時間をX1とX5に切換えるもので，プッシュの状態では，VARIABLEがCALIBのときTIME／CMの指示値X1となり，プルの状態では，VARIABLEがCALIBのときTIME／CMの指示値X5となり，管面波形は左右に5倍に拡大されて観測されます。

上面パネル

TRACE ROTATION

目盛とトレースを合わせる半固定調整器です。

（詳しくは，セクション3の「測定前に必要な調整」の項を参照してください。）

右側面パネル

CAL OUT(8mV・80mV・0.8V)

1 kHzの校正電圧をとりだすための端子です。
正面パネルに近い方から0.8Vp-p，80mVp-p，8mVp-p の順序でとりだせます。

背面パネル

Z AXIS INPUT, GND

外部輝度変調をかける場合の入力端子です。ショートバーを外して，Z AXIS INPUT端子へ外部からの信号を加え，信号源のアースをGND端子へ接続します。
通常は，Z AXIS INPUT端子とGND端子は，ショートバーで接続しておきます。

電源コード

ラインコンセントに差し込むと電力が供給されます。

1A SLOW

ヒューズホルダで，1Aのスローブローヒューズが入っています。（AC 217 Vまたは 234 Vで使用するときには0.5 Aのスローブローヒューズを使用します。）

電源切換プラグ

ライン電圧に応じて，SS－5100 の動作する電圧範囲を選ぶプラグです。

操作方法

ここでは，SS－5100 の操作方法を説明します。操作に関してはいろいろな信号を加え，実際に操作してみて早くセットに慣れることが大切です。
正面パネルのつまみを間違って回しても，あるいはプッシュボタンを間違って押しても，回路がこわれることはありませんから，安心して操作してください。ただし，「操作する前に」の各事項については，充分注意してください。

操作前の取扱いご注意

ライン電圧を確認してください

本器は，背面の電源切換プラグによって，2－1表に示すような4種類の電圧範囲が選べるようになっています。

ライン電圧を確認し，それに応じた電圧位置にプラグの矢印を合わせて差し込んでください。設定した電圧範囲外のライン電圧でご使用になりますと，故障の原因になります。
（岩通では，ライン電圧の変動が激しい場合に，安定な電源が得られるオートレギュレータを用意しております。）
また，電圧範囲を切換えた場合は，2－1表に示したヒューズが挿入されているかどうか確認してください。

なお，2－1表に示した以外の電圧範囲を必要とする場合は，当社へご連絡ください。

2－1表　電圧範囲

設定位置	中心電圧	電圧範囲	ヒューズ
A	100V	90～110V	1A SLOW
B	117V	106～128V	
C	217V	196～238V	0.5A SLOW
D	234V	211～257V	

ヒューズは、必ず規定のものと交換してください。

本器には，過電流により回路が損傷するのを防ぐため，ヒューズが使用されています。
万一，動作中にヒューズが溶断したときは，原因をよく確かめ，故障個所があれば修理した上で，パネル（背面）やプリント板などの表示に従がって，必ず規定のヒューズ（使用されていたものと同等品）と交換してください。
特に，規定以外のものを使用することは，故障を起す原因となり，また，危険でもありますので，絶対におやめください。

周囲温度に注意してください

SS－5100 が正常に動作するための周囲温度は，－10℃から＋50℃までですから，この範囲内で使用してください。

過大電圧を加えないでください

各接栓，端子の入力耐圧は次の通りですから，それ以上加えないでください。

信号入力接栓	600V(DC＋ACpeak)
プローブ先端	600V(DC＋ACpeak)
Z AXIS INPUT	60V(DC＋ACpeak)
TRIG IN	600V(DC＋ACpeak)

輝度を明るくし過ぎたまま放置しないでください

輝度を明るくし過ぎたり，またスポットやトレースを管面外へ移動させたまま，長時間放置しないでください。ブラウン管の蛍光面を焼いたり，一部回路の部品を損傷することがあります。

同期させるまでの基本操作

それでは，「操作する前に」の準備ができましたら，実際の操作に移ります。ここでは電源を入れてから同期させ，正しく波形を管面に描かせるまでの基本操作について述べます。

電源を入れてスポットをだす

POWERスイッチをOFFの状態にして，電源コードのプラグをラインコンセントに差込んでください。そしてつまみを次のように設定してください。

INTENSITY	左回しいっぱい
MODE	CH1
AC−GND−DC	GND
POSITION(垂直側)	ほぼ中央
SOURCE	INT CH1
SWEEP MODE	NORM
POSITION(水平側)	ほぼ中央

それでは，POWERスイッチをプッシュしてONにしてください。15秒ほど待てば動作状態になりますから，INTENSITYをゆっくり右へ回して輝度を上げてください。管面の左方に，スポットがあらわれます。

フォーカス(焦点)を合わせる

垂直・水平のPOSITIONを操作して，スポットを管面の中央へ移動させてから，FOCUSでスポットが鮮明になるように合わせてください。

掃引させる

SWEEP MODEをAUTOに切換えてください。掃引します。このとき，もし，1次側の電源に，特にパルス性のノイズ信号が飛込んでいると，その信号により掃引が不安定になることがありますので，原因をよく調べる必要があります。

次にPOSITION(水平側)を左回しして，掃引のスタート部を目盛の左端に合わせてください。
TIME／CM,およびそのVARIABLEをプルにして回し，掃引時間が変ることを確認してください。

信号を加える

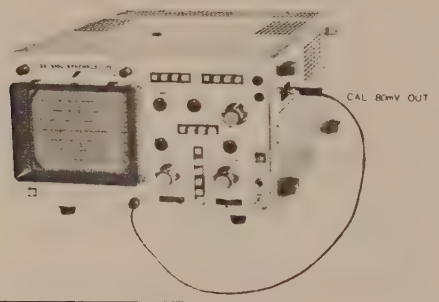
それでは校正電圧(CAL)を加えて，その波形を管面にだしてみましょう。付属のBNC接続リードを使って，CAL80mV出力端子とCH 1の信号入力接栓を接続して，波形を描かせます。(2−3図を参照してください。)
つまみを次のように設定してください。

VOLTS／CM（CH１）	20mV
VARIABLE（CH１）	プッシュ
AC−GND−DC（CH１）	DC
TIME／CM	0.2msec

以上の設定によって管面には，垂直振幅４cmの方形波が観測できます。次に，VOLTS／CM を左回しに１レンジずつ切換えてください。垂直振幅が減衰されてゆきます。

次に，VARIABLEをプルにして左回しして垂直振幅が連続的に減衰されてゆくのを確認してください。そして再びVARIABLEをプッシュし，VOLTS／CMスイッチを20mVレンジに切換えてください。また，垂直振幅が４cmとなります。以上の操作によって，入力信号とVOLTS／CMおよびVARIABLEの関係がおわかりになると思います。

2－3図　CALの接続



同期させる前に

正しく同期させることは，シンクロスコープで測定する場合のポイントになります。一般に同期させる前に，次のことを決めなければなりません。

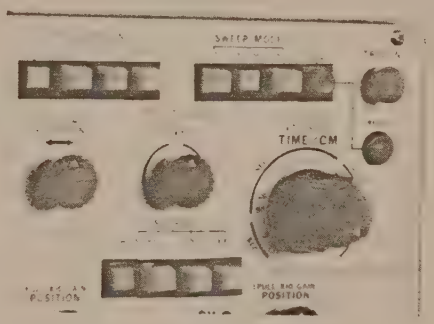
(1)　内部同期（INT）にするか，外部同期にするか，ライン同期にするか。さらに内部同期の場合は，CH １にするか，CH ２にするか。

(2)　同期信号と同期回路を，AC結合にするか，HF REJ結合にするか，DC結合にするか，TV−V結合にするか。

(3)　入力信号波形の正のスロープで同期させるか，負のスロープで同期させるか。

ここでは操作の練習ですから，もっとも一般的な例として「入

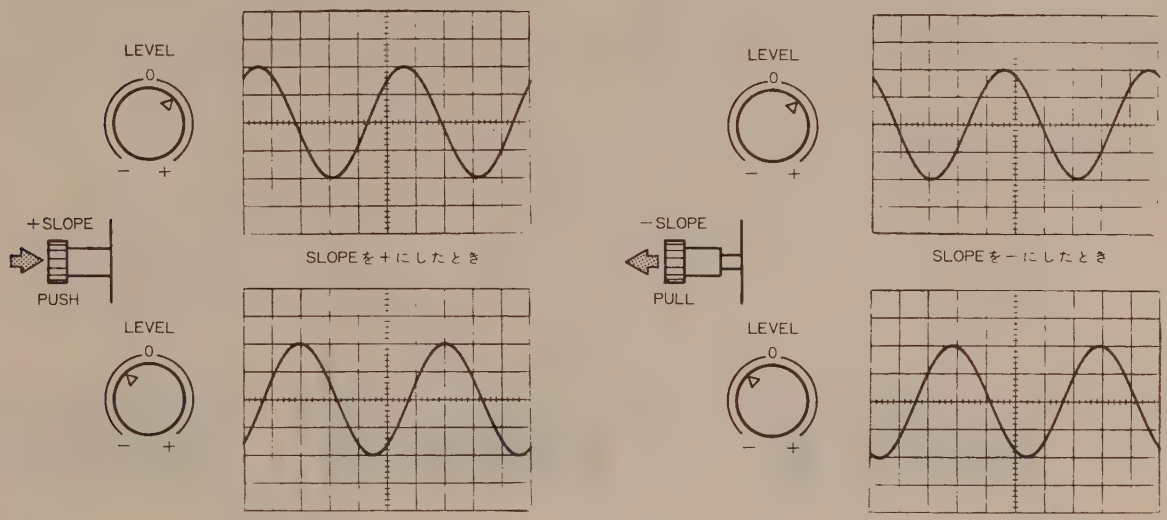
2－4図　スイッチの設定



力信号をCH 1のINPUTへ接続して，内部同期でAC結合とし，波形の正のスロープで同期させる」と仮定します。従って，各スイッチを次のように操作してください。（2－4図を参照してください。）

SOURCE	INT CH 1
TRIG COUPLING	AC
SLOPE	+
SWEEP MODE	NORM

2－5図　NORMAL TRIGGER時のSLOPEとLEVELの関係



SLOPEとLEVELの関係

SS－5100では，SWEEP MODEをFree Run AutoとNormalに設定した場合に，LEVELを操作することにより，入力信号の振幅の10～90％ の範囲で同期レベルを選ぶことができます。
LEVELつまみの▲印を＋方向に回すと，同期レベルは＋方向に設定され，－方向に回すと同期レベルは－方向に設定されます。
また，SLOPEは，つまみをPushまたはPull操作することにより，ブラウン管面に描かれる信号の極性を選ぶことができます。
2－5図は以上の関係を示すもので，SLOPEを＋，LEVELを＋方向に回したときの管面波形は，左上のようになり，LEVEL を－方向に回すと左下のような管面波形になります。
また，SLOPEを反転すると，同期レベルを中心に，管面波形の極性が反転し右側のような波形になります。

同期のとり方

SS－5100では，同期をとる方法として，Lock Auto Trigger，Free run Auto Trigger，Normal Triggerの3通りがあり，SWEEP MODEスイッチを各々次のように操作します。

LOCK AUTO

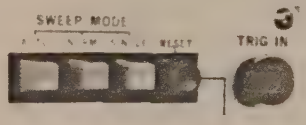
2－6図(a)のように，SWEEP MODEのうち，AUTOスイ

2－6図　同期のとり方（SWEEP MODEスイッチの操作と状態）

LOCK AUTOの状態

(a)AUTOのスイッチがプッシュされている

FREE RUN AUTOの状態



(b)どのスイッチもプッシュされていない

NORM の状態

(c)NORMのスイッチがプッシュされている

ッチをプッシュした状態をLock Auto Triggerと呼び，LEVEL つまみを操作することなく，自動的に同期がとれます。

これは，2－7図からも分るように，LEVELの調整が無関係になるためと，同期パルス発生回路の入力部に，ある大きさ以上の同期信号（1－1表参照）が加えられると，その信号はLOCK AUTO回路に導かれ，D309でクランプされたのち，D307とC316の平滑回路で平滑されて同期レベルとなり，コンパレータの一方に加えられるためです。

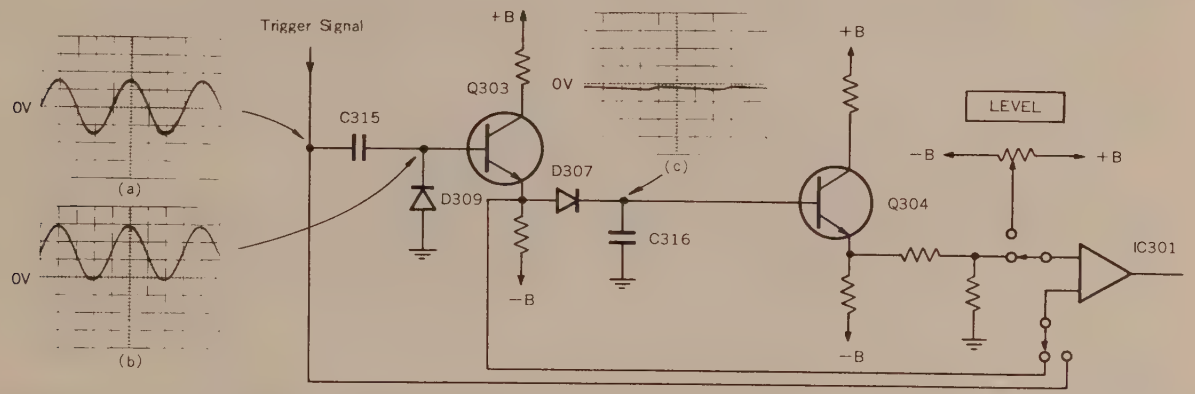
従って，同期をとる操作は極めて容易で，しかも確実に同期がとれますが，同期レベルは固定されたままであるため，任意の位置に設定することはできません。

FREE RUN AUTO

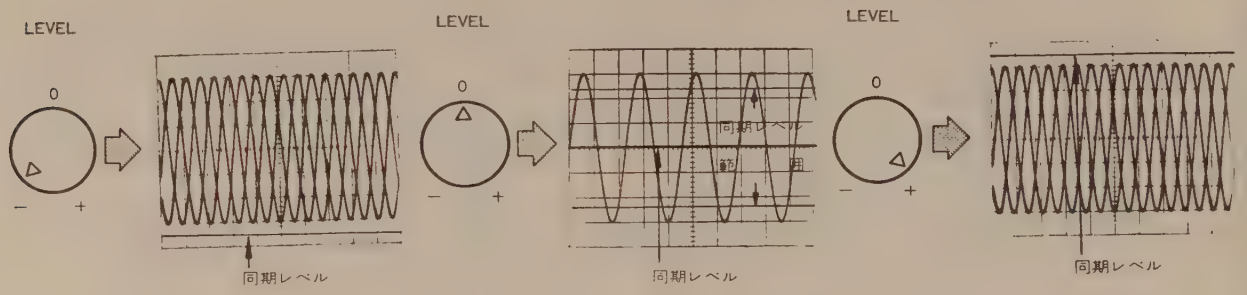
2－6図(b)のように，SWEEP MODE のどのスイッチもプッシュしない状態をFree run Auto Triggerと呼び，LEVEL つまみを操作することにより同期レベルを同期する範囲内で任意の位置に設定できますが，2－8図のように，同期レベルが同期範囲を越えて設定された場合は，自励掃引（Free running）となります。

FREE RUN AUTOの動作にするため，SWEEP MODE スイッチを2－6図(b)のような状態にするためには，プッシュされていないスイッチのどれかを軽く押し，プッシュされているスイッチを手前に飛出させます。

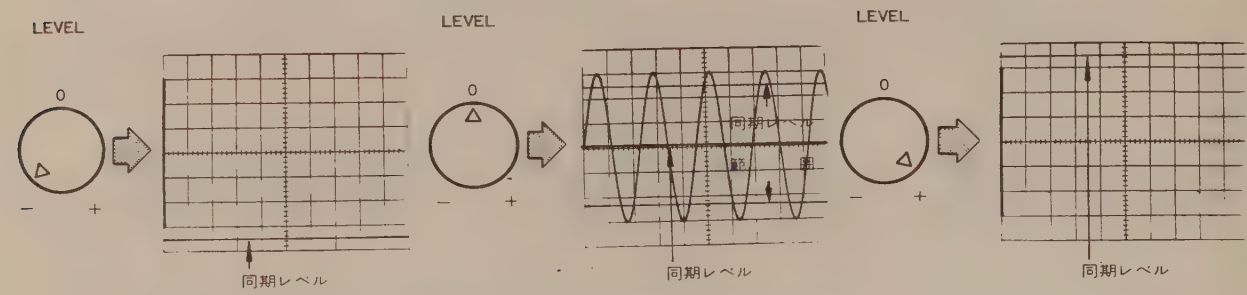
2－7図　LOCK AUTO回路の動作



2－8図　FREE RUN AUTO時のLEVELの動作



2－9図　NORM時のLEVELの動作



NORM

2－6図(c)のように，SWEEP MODEのうち，NORMスイッチをプッシュした状態をNormal Triggerと呼び，LEVEL つまみを操作することにより，同期レベルを同期する範囲内で任意の位置に設定できますが，2－9図のように，同期レベルがレベルの範囲を越えて設定された場合は掃引が止り，輝点(SPOT)の状態で ── 入力信号が加えられているときは，その振幅だけ垂直に輝線が出る ── 管面左端で待機します。

プッシュスイッチ操作のご注意

SS－5100 はプッシュスイッチを大幅に採用し，1つのボタンをプッシュする度に動作が切換わる2段切換えのもの2種類(POWER, CH2 POLARITY)，ボタンが連動しており，プッシュすることによってそのレンジに設定される3段切換以上のもの4種類(MODE, SOURCE, TRIG COUPLING, SWEEP MODE)が使われています。
ここでは，後者のプッシュスイッチの操作上のご注意について述べます。

(1) このプッシュスイッチでは，2つまたは3つのボタンを一度に押してプッシュ状態にすることもできますが，スイッチの寿命を短かくするだけで何の意味もありませんから，正しく1つのボタンをプッシュしてお使いください。
(2) ロータリスイッチやレバースイッチの場合は，必ずいずれかのレンジに設定されていますが，SWEEP MODE のプッシュスイッチ以外の場合は，どのボタンも押さなければどのレンジにも設定されないことになってしまいます。
SS－5100 ではこのようなことがないように，どのボタンも押さない状態では，下記の機能状態になるよう設計されています。

MODE	CH 1
SOURCE	INT CH 1
TRIG COUPLING	AC
SWEEP MODE	FREE RUN AUTO

正しく同期させるには

SOURCEについて

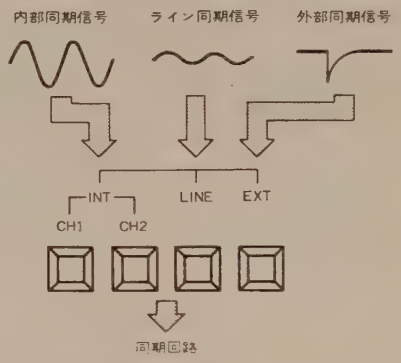
入力信号波形を管面上で静止させて観測するためには，同期回路に入力信号そのものか，入力信号と時間的に一定（整数倍）の関係にある信号（これらを同期信号と呼びます）を加えて，同期回路を動作させ，同期パルスをつくり，その同期パルスで掃引回路を駆動させなければなりません。
SOURCEをINTに切換えて，INPUTに加えた入力信号を内部を通して（垂直偏向系の途中から）同期回路に加える方法を内部同期（Internal Trigger）と呼びます。

SOURCEをLINEに切換えて，ライン電圧を分圧して同期回路に加える方法をライン同期（Line Trigger）と呼びます。

SOURCEをEXTに切換えて，外部から入力信号そのものか，入力信号と時間的に一定の関係にある信号を同期回路に加える方法を外部同期（External Trigger）と呼びます。

内部同期　　内部同期の場合は，入力信号が垂直偏向系の途中から同期回路へ内部接続されるので，入力信号をINPUTへ加えてやれば，低い電圧の入力信号でも適当な電圧に増幅されて，自動的に同期回路へ入ってゆきます。
従って操作が簡単で，かつ外部同期の場合のように，同期信号源の出力インピーダンスを下げるという心配がありません。このような利点から，普通は内部同期での測定が便利です。
内部同期の場合の同期信号の選択は，SOURCEをINT CH1にするとCH 1のINPUTへ加えられた入力信号が同期回路へ導かれ，INT CH 2にするとCH 2のINPUTへ加えられた入力信号が同期回路へ導かれます。従って，周波数が等しい2つの入力信号を測定する場合には電圧が高く，雑音などの少ない入力信号を加えたチャンネルに切換えると，より安定に同期させることができます。
また，2－11図のように周波数が異る2つの入力信号を測定する場合（ただし，整数倍の関係にあるとき）には，周波数の低い方の入力信号を加えたチャンネルに切換える必要があります。逆にすると，周波数の低い方の波形は同期がとれません。たとえば2－11図の場合は，正弦波で同期させる必要があります。もし方形波で同期させると，のこぎり波の同期がとれません。さらに位相差測定をする場合は，位相の進んだ信号を加えたチャンネルに合わせて切換える必要があります。

2－10図　SOURCEによる同期信号の選択



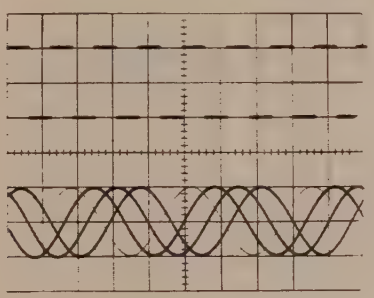
外部同期　　外部同期は，内部同期で述べた利点がそのまま欠点になりますが，次のような捨て難い利点をもっています。第1に，垂直偏向系の影響を受けません。たとえば内部同期の場合は，VOLTS／CMを切換えると，同期回路にかかる電圧がそのつど変りますから，SWEEP MODEがNORMの場合には，入力信号波形によってはそのたびにLEVELを操作する必要があります。このようなときに外部同期にすれば，一度同期させることにより，垂直偏向系のつまみをどのように操作しても，外部同期信号波形が変化しない限り，確実に同期させることができます。
第2に，入力信号波形の一定時間前か，または一定時間後に掃引させたい場合には，この一定時間前か，後の信号が得られれば，この信号をTRIG IN に加えて求める波形を観測することができます。

ライン同期　　ライン（電源）同期は，ライン周波数やライン周波数の高調波などを測定する場合，ライン電圧を分圧して同期信号にしていますので，垂直偏向系に関係なく安定に同期させることができます。

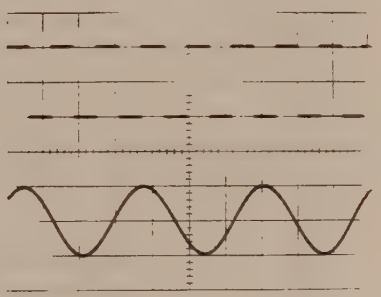
TRIG COUPLINGについて

TRIG COUPLINGは同期信号と同期回路の結合方式を選ぶスイッチで，結合方式には，AC，HF REJ，DC，TV−Vの4つがあります。それぞれの結合方式は2−12図のように交流結合（AC），Low pass filterによる結合（HF REJ），直流結合（DC）およびテレビ垂直同期信号用結合となっています。これは，同期信号の種類（直流，交流波形，直流に重畳した波

2−11図　周波数が異なる信号の同期



(a)方形波で同期させた場合



(b)正弦波で同期させた場合

形，高周波雑音が重畳した波形，テレビ同期信号など）に応じて，安定に同期させることができる結合方式を選ぶスイッチです。

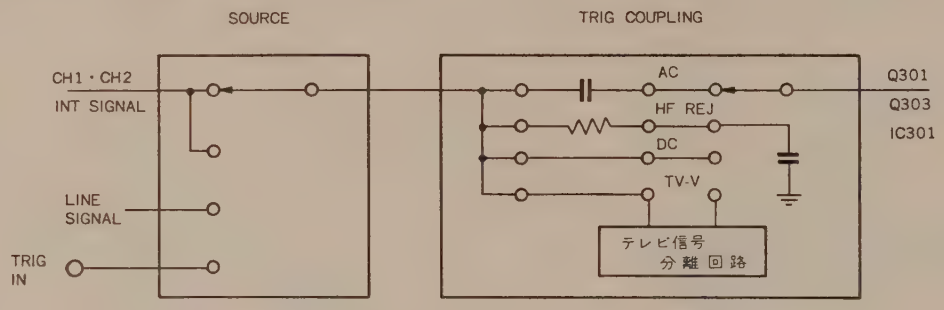
AC　　2－12図のように同期信号と同期回路が交流（容量）結合となるので同期信号の直流分はカットされ，交流分のみにより同期します。従って，同期信号の直流分と無関係に安定に同期させることができます。一般にはこのレンジが便利です。ただし，同期信号の周波数が30Hz以下のときは，同期しにくくなります。

HF REJ　　2－12図のように，同期信号と同期回路がLow pass filterを通した結合となるので，高周波の同期信号（約10kHz以上），または同期信号に重畳した高周波雑音を通過させず，低周波成分のみ通過させます。従って高周波雑音が重畳した波形などを安定に同期させることができます。

DC　　2－12図のように，同期信号と同期回路が直結になるので，直流から同期させることができます。しかし，同期信号が直流に重畳されているとき，その直流電圧がLEVELの範囲外にあるときは同期がかかりません。

TV－V　　2－13図のように，テレビ信号は一たん同期回路に加えられたのち，映像信号と同期信号を分離する回路に加えられ，同期信号はさらに同期分離回路で垂直同期パルスだけがとりだされて，再び同期回路に加えられます。従って，テレビ

2－12図　同期回路の入力部



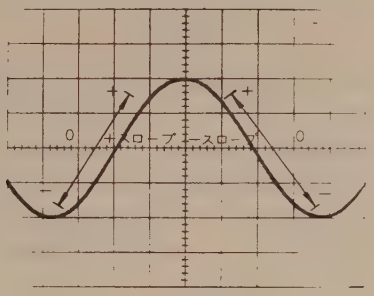
正しく同期させるには

信号は，この分離された垂直同期パルスにより安定な同期がかけられます。

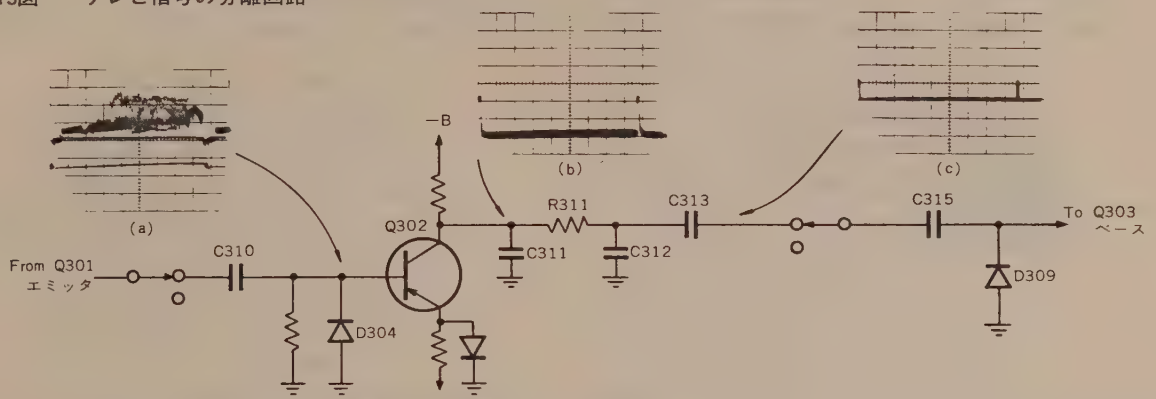
SLOPEについて

同期信号の正のスロープで同期させる場合はプッシュして＋スロープに，負のスロープで同期させる場合はプルしてースロープにします。
それを示したのが2ー14図です。この正負の切換えは正弦波や方形波の繰返し波形の場合は，特に問題はありませんが，幅の狭いパルス波形の場合は，正しくその極性に一致させないと，パルスの前縁波形を観測することはできませんから，必ず観測したいスロープに一致させてください。

2ー14図　SLOPEの選択



2ー13図　テレビ信号の分離回路



2現象観測の操作と和・差の測定

ALTによる2現象観測の操作

まず，各つまみを次のように設定してください。

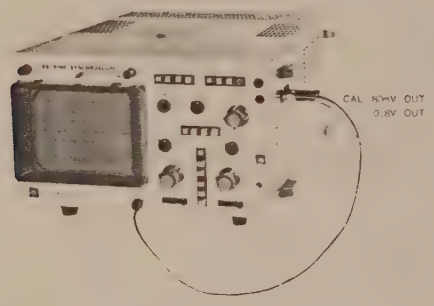
MODE	ALT
VOLTS／CM（CH1）	50mV／cm
VOLTS／CM（CH2）	0.5V／cm
（PULL X10 GAIN） POSITION	中央
SOURCE	INT－CH1
TRIG COUPLING	AC
SWEEP MODE	FREE RUN AUTO
TIME／CM	1msec／cm
（PULL X5 MAG） POSITION	中央
LEVEL	中央
AC－GND－DC	AC

INTENSITYを徐々に右回しすると，CH1とCH2のトレースがあらわれます。

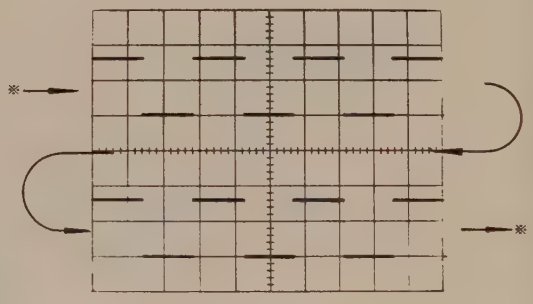
次に，2－15図のように，付属品のBNC接続リードで，CH1・INPUTに80mV CAL，CH2・INPUTに0.8V CALを接続し，SWEEP MODEのAUTOスイッチをプッシュして，LOCK AUTO TRIGGERにします。2－16図のように2現象観測ができます。

次に，TIME／CMを左に切換えて掃引時間を遅くしてください。ALTでは，2－16図の矢印に示すように，CH1とCH2が交互に掃引するために，同時観測ができなくなります。従っ

2－15図　2現象観測の接続例



2－16図　ALTの動作

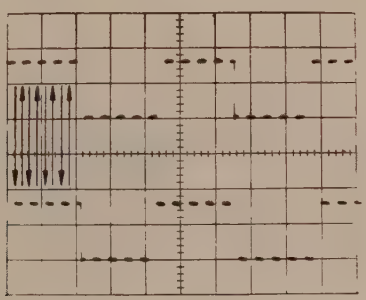


て，TIME／CMを約2mSEC より遅くして測定するような低い周波数の入力信号の２現象観測は，次に述べるCHOPで行なってください。

CHOPによる２現象観測の操作

MODEをCHOPに切換えてください。
掃引時間を遅くしても，同時に２現象観測ができます。しかし，この場合はALTとは逆に掃引時間を速く（TIME／CMを約50μSEC以上に）すると，トレースが点線状になることがあります。つまり，TIME／CMを約50μSECより速くして観測するような周波数の高い入力信号，または立上り（下降）時間の速い入力信号の２現象観測は，２－17図のように，CH１とCH2

２－17図　CHOPの動作



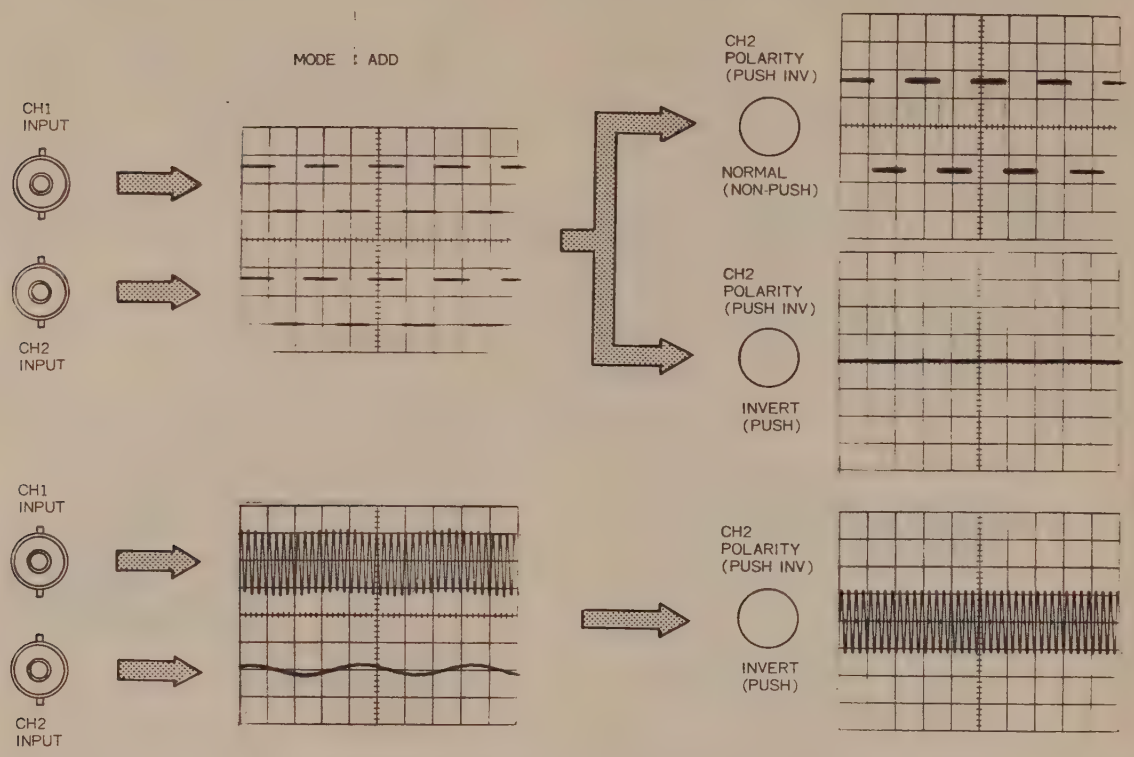
が約250kHz の繰返しで交互に切換わっているため，観測しにくくなる訳です。このような場合はALT を使用してください。

なお，周波数の異る入力信号（ただし，整数倍の関係にあるとき）の２現象観測を行う場合には，内部同期のチャンネル選択を正しく行なってください。
内部同期の選択については「正しく同期させるには？」の項を参照してください。また，CHOPで２現象観測をする場合には，TRIG COUPLINGをHF REJに切換えますと，一層安定に同期させることができます。

和・差の測定

前項までの操作に続いて，CH２ POLARITYをNormal，MODEをADD に切換えてください。CH１の入力信号と CH２の入力信号の和の信号が観測できます。
次に，CH２ POLARITYをプッシュしてINVに切換えてください。CH２の入力信号の極性が逆転して，CH１の入力信号に加えられます。すなわちCH１＋（－CH２）となり，差の信号の観測ができます。もし，入力信号が等しい場合，CH １とCH ２のVOLTS／CMの設定を同じにすれば，管面には１本の輝線となってあらわれます。
なお，ADDに切換えたときは，CH１とCH２の[illegible]のPOSITIONによってトレースの垂直位置を可変できま[illegible]正しい性能を得るために，両方のPOSITIONをほぼ中[illegible]て観測してください。

2－18図　ADDの動作


MODE : ADD
CH1
INPUT
CH2
INPUT
CH2
POLARITY
(PUSH INV)
NORMAL
(NON-PUSH)
CH2
POLARITY
(PUSH INV)
INVERT
(PUSH)
CH1
INPUT
CH2
INPUT
CH2
POLARITY
(PUSH INV)
INVERT
(PUSH)

CH1Y CH2X

MODEのCH1 Y，CH2 Xのスイッチをプッシュするだけで X－Yスコープの動作になります。

このときは，CH１の INPUTに加えた信号が垂直(Y)信号に，CH２の INPUTに加えた信号が水平(X)信号になります。

入力感度は，CH1およびCH2のVOLTS／CMとCH1のVARIABLEで決ります。また，位置調整は，Y信号はCH１の(PULL X10 GAIN) POSITIONで，X信号は(PULL X5 MAG) POSITIONで行います。

X－Yスコープの動作にすると，周波数の測定，位相差の測定あるいはヒステリシス曲線の観測などができます。（測定の詳細については，セクション３を参照してください。）

なお，X－Y動作時に，SWEEP MODEのスイッチを切換えると，輝度が明るく変化することがありますが，これは異常ではありません。そのときはINTENSITYを少し左に回して輝度を調整してください。

掃引拡大の操作

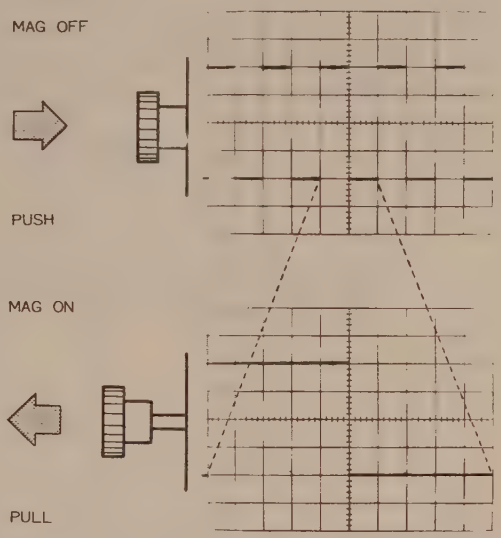
入力信号の一部を管面上で時間的に拡大して観測したい場合には，掃引時間を速くすればよいのですが，掃引のスタートから遅れた部分を拡大する場合は，掃引時間を速くしても，見たい部分は管面外へでてしまいます。

この場合，（PULL×5MAG）POSITIONをpullすると，２－19図のように管面の中央で５倍に拡大されます。このときのトレースの長さは，管面上では約１０㎝にみえますが，実際には約５０㎝となり，POSITIONを回すことによって，その全長を観測することができます。

拡大したときの掃引時間は，TIME／CMの指示値に1／5を乗じたものとなります。従って，最高掃引時間は，拡大しないときの最高掃引時間５００nsec／㎝ に対して，拡大すると５００nsec／div×1／5＝１００nsec／㎝となります。

このように拡大することによって，最高掃引時間を速くすることもできますが，拡大することによって輝度がちょっと暗くなり，また掃引時間に1／5を乗ずることを忘れるおそれがあり

2－19図　MAGによる掃引拡大



ますから，掃引のスタートから離れた部分を拡大したい場合以外はTIME／CMの操作で拡大観測した方がよいでしょう。

単掃引の操作

放電波形やリレー作動時のチャタリング状態などのような過渡現象の測定には，通常の繰返し掃引では2－20図のように現象波形が重なってしまいます。この場合に，一度だけ掃引する単掃引を利用すると正しく測定できます。単掃引は一度で終ってしまうので，通常はその波形を写真撮影して分析します。

ここでは校正電圧を入力信号として，単掃引の基本的な操作について説明します。まず校正電圧を加え，関連するつまみ，スイッチを次のように設定してください。

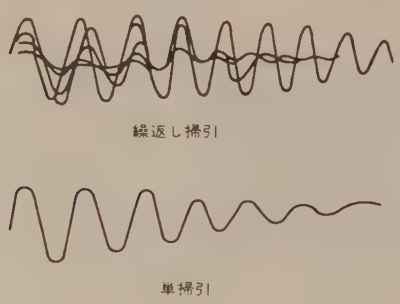
SWEEP MODE	NORM
VOLTS／CM	測定しやすいレンジ
TIME／CM	測定しやすいレンジ

以上の操作の後，確実に同期掃引させて，SWEEP MODEをSINGLEに切換えてください。ここでRESETをプッシュすると，一度だけ掃引します。

次にこの状態で校正電圧をINPUT側で外して，RESETをプッシュしてください。待受状態（同期信号がくると一度だけ掃引する状態）となり，READYランプが点灯して，待受状態にあることを表示します。ここで，校正電圧を加えると一度だけ掃引します。この場合に，LEVELの中央付近の一点で待受状態にならないことがありますが，このときはLEVELを少し左か右へ回してください。また，ALTによる2現象の同時単掃引はできません。

この単掃引は外部同期で行なうことにより，より確実に操作することができます。

2－20図　繰返し掃引と単掃引の波形

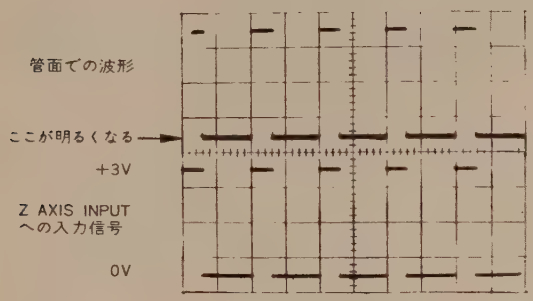


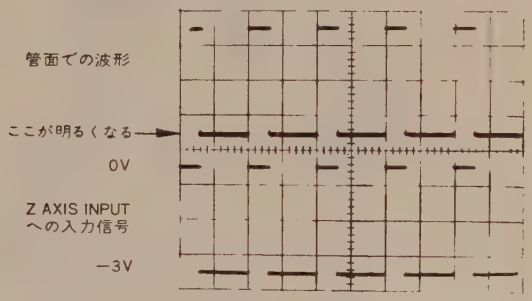
外部輝度変調をかけるための操作方法

外部輝度変調は，掃引時間の校正やX－Yスコープとして使用するとき，のこぎり波を入力信号としその信号で掃引させるような場合，また管面波形を写真撮影するとき輝度変調されたタイムマーカーを一諸に撮影し，時間軸の校正にするなどの用途があります。

外部輝度変調をかけるには，背面パネルの Z AXIS INPUT 端子とアース端子間を接続しているショートバーをはずし，Z AXIS INPUT に，DC～1MHz で 3Vp-p 以上の信号を接続します。
なお，ブラウン管面での明暗は，入力信号の極性により決り，極性が正の場合は暗くなり，負の場合は明るくなります。
2－21図は，同一の信号上に，正の外部輝度変調信号を加えた場合と，負の信号を加えた場合で，管面上でのちがいを示しています。

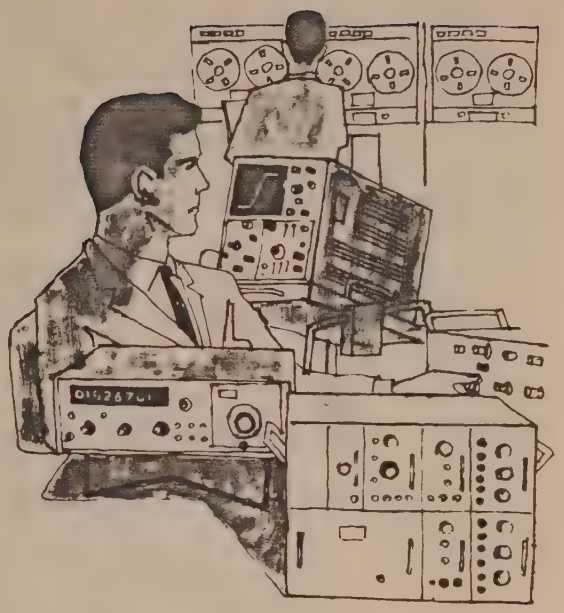
2－21図





セクション3 測定方法

ここでは，まず測定に際して必要な入力信号の接続方法と測定前に行う本器の調整方法を述べ，次に各種の基本的な測定方法について述べます。



測定の準備 ……3－2
　入力信号の接続 ……3－2
　　被覆線を用いる方法 ……3－3
　　シールド線を用いる方法 ……3－3
　　1MΩ系受動プローブを用いる方法 ……3－4
　　同軸ケーブルを用いる方法 ……3－4
　　インピーダンス変換による伝送方法 ……3－5
　負荷効果について ……3－5
　　INPUTに信号を直接接続する場合の負荷効果について ……3－6
　　1MΩ系受動プローブを用いる場合の負荷効果について ……3－7
　垂直偏向系の周波数特性について ……3－8
測定方法 ……3－11
　定量測定について ……3－11
　電圧の測定 ……3－11
　電流波形の測定 ……3－13
　時間の測定 ……3－14
　周波数の測定 ……3－18
　位相差の測定 ……3－20
　電気現象以外の測定 ……3－21

測定の準備

入力信号の接続

シンクロスコープのINPUTに被測定信号を導くための接続方法として，被覆線を用いる方法，シールド線を用いる方法，1MΩ系受動プローブを用いる方法，同軸ケーブルを用いる方法などがあります。

これらの方法は，次のような条件によって使い分けられます。

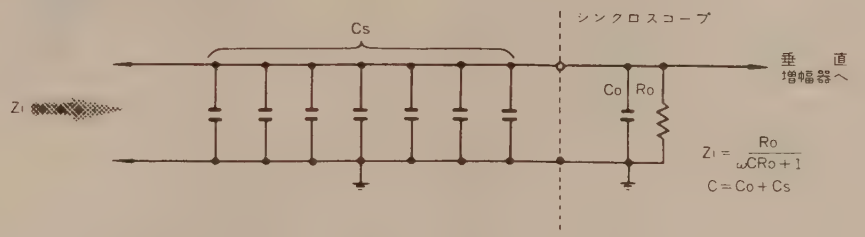
入力信号源の出力インピーダンス
入力信号の大きさと周波数
外部からの誘導
入力信号源の遠近

入力信号の種類による接続方法を分類すると，3－1表のようになります。

3－1表

入力信号の種類＼接続方法			被覆線	シールド線	プローブ	同軸ケーブル	インピーダンス変換による伝送方法
低周波	低インピーダンス	近	○	○	○	○	
		遠		○		○	
	高インピーダンス	近		○	○	○	
		遠					○
高周波	低インピーダンス	近			○	○	
		遠				○	
	高インピーダンス	近			○	○	
		遠					○

3－1図　被覆線を用いたときの入力インピーダンス



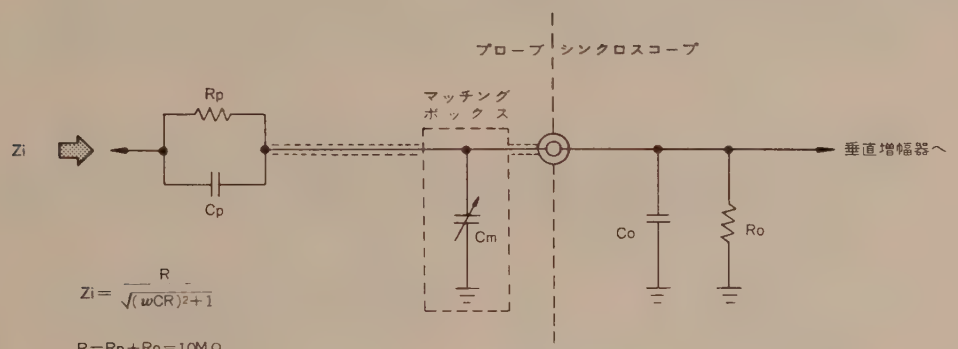
被覆線を用いる方法

シンクロスコープのINPUTと信号源との間を被覆線で結び，被測定回路の信号を測定する方法です。
簡単に利用できて，入力信号をあまり減衰させない利点がありますが，被覆線が長いときや，周辺に強電界があると誘導信号を拾い，測定に支障をきたします。
また，対アース間の漂遊容量が大きくなるため，被覆線の先端よりみた入力容量は，（漂遊容量）＋（シンクロスコープの入力容量）となり，信号源の出力インピーダンスが高いと，被測定回路に及ぼす影響（負荷効果）が大きくなります。

シールド線を用いる方法

被覆線を用いる代りにシールド線を用いて，被測定回路の信号を測定する方法です。
特に，外部からの誘導信号を除去することができる利点はありますが，シールド線自体の容量が50pF／m～100pF／m と大きいので，高周波信号の測定には適しません。
なお，シールド線や被覆線をINPUTにとりつける場合は，＜絶縁アダプタ(c)＞を使用すると便利です。

3－2図　1MΩ系受動プローブを用いたときの 入力等価回路



$$Zi = \frac{R}{\sqrt{(\omega CR)^2+1}}$$

$$R = Rp + Ro = 10M\Omega$$

$$C = \frac{Cp(Cm+Co)}{Cp+(Cm+Co)} = 15pF$$

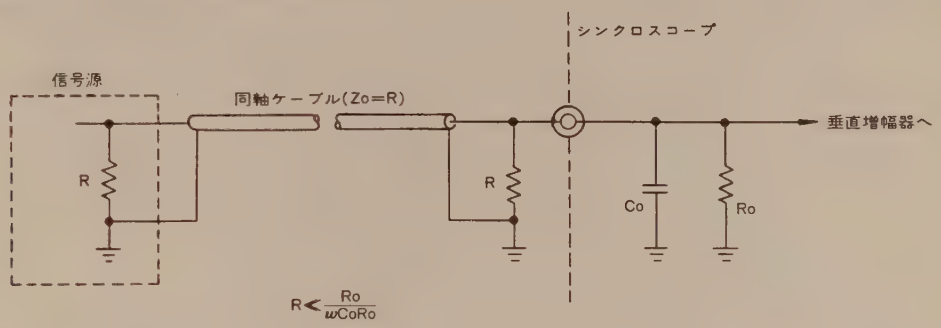
1MΩ系受動プローブを用いる方法

SS－5100に付属している減衰比10：1の受動プローブを用いる方法です。
プローブのリードは，3－2図のように，それ自体がシールドされているため，外部からの誘導が除去されます。また，減衰用抵抗Rp とその並列容量Cp，さらにシンクロスコープの入力抵抗Ro と並列容量Coとで広帯域（DC～30MHz）の減衰器を形成していますので，信号源の出力インピーダンスが高く，高周波の入力信号でも充分使用できます。
SS－5100 に付属しているプローブをINPUTに接続した場合，プローブの先端からみた入力抵抗は，直流的には10 MΩとなり，また，入力容量は15pFとなりますので，被覆線やシールド線を使用するときより，入力インピーダンスは相当高くなります。しかし，入力信号が 1／10 に減衰されるとか，性能的に，ケーブルの長さに限界があるなどの制約があります。

同軸ケーブルを用いる方法

信号源の出力インピーダンスが50Ω，75Ω，93Ω，125Ω などのときには，特性インピーダンスの合った同軸ケーブルを用い，マッチングをとることにより，高周波まで減衰させずに伝送することができます。
なお，マッチングをとる場合には，3－3図のようにシンクロスコープのINPUT側で行わないと，高周波の信号波形を歪ませる原因となります。

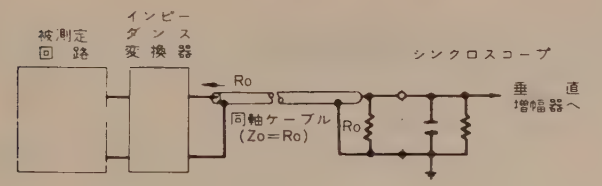
3－3図　同軸ケーブルを用いた信号の伝送



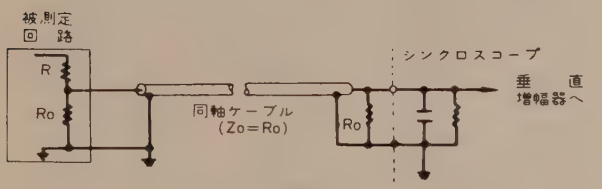
インピーダンス変換による伝送方法

遠距離にある低・高周波，高出力インピーダンスの信号を測定したい場合は，インピーダンス変換器で3－4図のように同軸ケーブルのインピーダンス（たとえば50Ω）に変換して，その同軸ケーブルを用いて伝送すると正しい測定ができます。インピーダンス変換器としては，狭帯域のときは変成器でもよく，広帯域にわたるときはエミッタホロワ回路などが適切です。

3－4図　インピーダンス変換による伝送方法(1)



3－5図　インピーダンス変換による伝送方法(2)

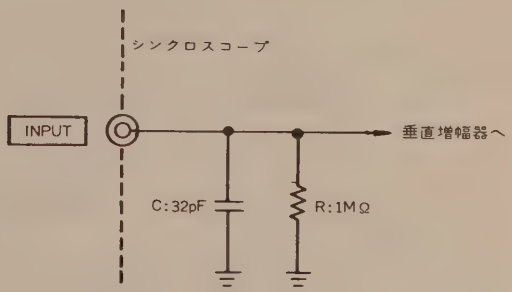


なお，信号源から高出力信号が得られる場合は，3－5図のように分圧器をかね，信号をとりだす抵抗を同軸ケーブルの特性インピーダンスに合わせて伝送する方法もあります。

負荷効果について

シンクロスコープも他の測定器と同様に，入力インピーダンスによる負荷効果があります。この負荷効果は，特に信号の振幅（電圧）と立上り時間を測定するときに影響を与えますので，これらの測定を行う場合には，いままで説明した接続方法の中で，負荷効果の少ない方法を選ぶ必要があります。

3－6図　SS－5100の入力等価回路



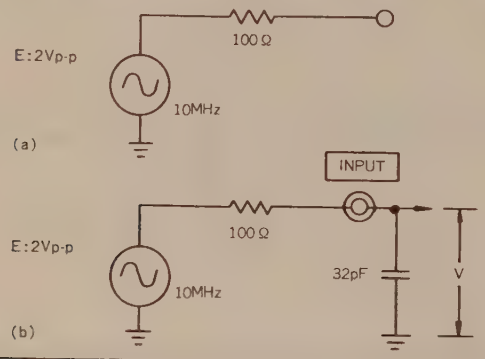
INPUTに信号を直接接続する場合の負荷効果について

SS－5100 の入力回路は，等価的には３－６図のようになります。従って，INPUTからみたインピーダンスは，直流的には１MΩですが，交流的には入力抵抗１MΩと入力容量３２pFを並列にしたものとなり，その入力インピーダンスは（３－１）式で表わされ，周波数の関係となります。

$$Zi = \frac{1}{1/R + j\omega c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3-1)$$

この入力インピーダンスは，信号源の出力インピーダンスと直列に接続されるので，被覆線やシールド線などを用いて，INPUTに信号を直接伝送すると負荷効果が生じ，波高値測定や立上り（下降）時間の測定に誤差を生じます。

３－７図　被測定信号源とその接続

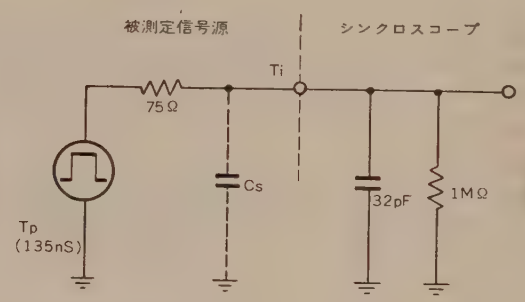


たとえば，３－７図(a)のような信号源を直接INPUTに接続して測定したとすると，入力周波数は10MHzなので，$1/R \ll \omega c$ となり，（３－１）式のRはほぼ無視され，入力インピーダンスは等価的に $Zi = 1/j\omega c$ となります。
これが，３－７図(b)のようにシンクロスコープを接続すると，出力抵抗１００Ω が直列に接続されて分圧されることになるため，このときのINPUTに加えられる電圧は，（３－２）より，

$$V = \frac{Xc}{\sqrt{R^2 + Xc^2}} \cdot E \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3-2)$$

$$= \frac{497.6}{\sqrt{100^2 + 497.6^2}} \times 2 = \frac{497.6}{507.6} \times 2 = 1.96\,V$$

３－８図　被測定信号源とシンクロスコープとの接続



ただし，$Xc = \frac{1}{\omega c}$

$$= \frac{1}{2\pi \times 10 \times 10^{6} \times 32 \times 10^{-12}} = 497.6(\Omega)$$

となり，実際の出力電圧に対して約2％減衰されます。
従って，信号源の出力抵抗が100Ωよりも大きく，被覆線の漂遊容量やシールド線の容量が加味されると，測定誤差はさらに大きくなります。

また，3－8図のような等価回路の信号源に，直接INPUTを接続した場合には，入力インピーダンスのために立上り時間に誤差を生じます。これは，INPUTを信号源に接続したために，シンクロスコープの入力回路が（3－3）式のような立上り時間をもつためです。

$$Ti = 2.2RC \quad \cdots\cdots (3-3)$$

ただし，R：信号源抵抗と入力抵抗により決る
C：入力容量

このために，管面上で観測されるパルスの立上り時間は，（3－4）式より求める，シンクロスコープの周波数帯域幅で決る立上り時間と，この立上り時間がプラスされたものとなり，（3－5）式で表わされます。

$$Ts = \frac{0.35}{fs} \quad \cdots\cdots (3-4)$$

ただし，Ts：周波数帯域幅で決るシンクロスコープの立上り時間
fs：3dB減衰するシンクロスコープの上限の周波数（SS－5100では10MHz）

$$To = \sqrt{Tp^2 + Ts^2 + Ti^2} \quad \cdots\cdots (3-5)$$

ただし，To：管面上で観測される立上り時間
Tp：被測定パルスの立上り時間
Ti：入力回路での立上り時間

従って，3－8図の場合には，

$$To = \sqrt{(135\,ns)^2 + (35\,ns)^2 + (2.2 \times 75\Omega \times 32\,pF)^2}$$
$$= 139.56\,ns$$

となり，約3.3％の測定誤差を生じます。
しかし，この誤差は（3－5）式から，

$$Tp = \sqrt{To^2 - (Ts^2 + Ti^2)} = 134.72\,ns$$

として補正することができます。
以上のことから，信号源の信号を直接シンクロスコープのINPUTに接続する場合は，信号源の出力インピーダンスが低くその信号の周波数も低いことが必要です。

1MΩ系受動プローブを用いる場合の負荷効果について

SS－5100に付属しているプローブは，1MΩ系受動プローブで，入力抵抗10MΩ，減衰比10：1の抵抗分割形です。
このプローブを使用したときの入力等価回路は，3－2図のようになり，入力RCは10MΩ，15pFとなりますので，特に

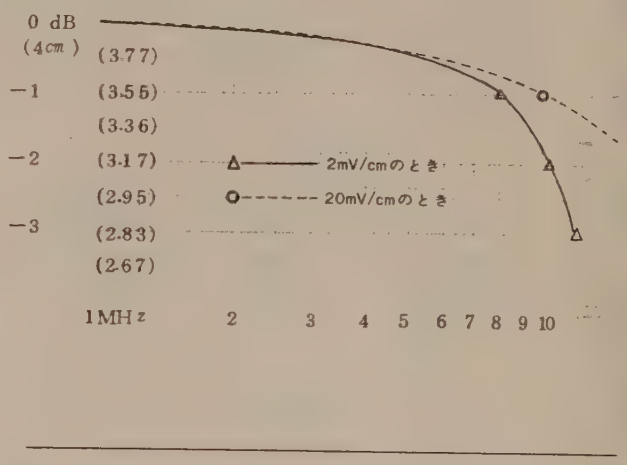
高出力インピーダンスの信号源からとり出す，高周波信号を測定する場合，信号源に与える影響が改善されます。

1MΩ系受動プローブをシンクロスコープのINPUTに接続して，その先端を3－7図の信号源に触れたとき，INPUTに加えられる電圧は，（3－2）式よりV＝1.99Vとなり，INPUTに直接信号を加えた場合と比べて，計算上ではより正確な値が得られますが，プローブ自体の誤差が3％含まれますので，実際には，その分の誤差を見込んで測定する必要があります。
また，3－8図のパルスを測定すると，（3－5）式より
139.47ns の立上り時間をもつパルスとして観測され，約3.2％の誤差となります。

垂直偏向系の周波数特性について

SS－5100 の垂直偏向系に使われている増幅器の周波数特性は，入力信号を直接INPUTに加えた場合，DC結合では，DC～10MHz，AC結合では3Hz ～10MHz となり，プローブを通して入力信号を加えた場合は，DC結合でDC～10MHz，AC結合で0.3Hz～10MHzとなります。
この周波数特性は，管面上で入力信号の大きさを測定する場合特に重要になります。
たとえば，VOLTS／CMを1V／cm，VARIABLEをCALIBに設定し，4Vp-p の大きさで，1kHz と10MHz の入力信号をそれぞれINPUTに加えたとすると，1kHz・4Vp-p の信号は減衰されないので，管面上で4cm振幅で観測できますが，10MHz・4Vp-p の信号では，もし3dB減衰されるとすると管面振幅が2.83cmとなります。
従って，周波数の高い信号の電圧を測定する場合は，減衰特性に注意しないと，誤った測定をします。
参考のために，3－9図にSS－5100 の周波数特性を表わすグラフを示します。横軸は周波数，縦軸は，管面振幅4cmを0dB としたときの，各振幅を0.5dB間隔で示してあります。

3－9図　SS－5100の周波数特性



測定前に必要な調整

正しい測定を行うには，あらかじめ各パネルにある半固定調整器の調整が必要であり，また，プローブを使用する場合はその位相調整が必要です。いずれも，調整用ドライバ（プローブの付属品）によって調整できます。
なお，これらの調整を行うには，性能を安定させるために約30分のウォームアップが必要です。

TRACE ROTATIONの調整

輝線が目盛線に平行でないと，管面の左右で測定値がちがってしまい，正しい測定ができません。その場合は，垂直POSITIONによって輝線を管面中央に移動させ，TRACE ROTATION（上面カバーにある）によって，輝線が水平目盛と平行になるように調整します。
ただし，セットの位置を変えますと，地磁気等の影響が加わりますので，平行でなくなります。調整後はセットの方向（前後方向）を一つに決めておいてください。

2mV GAINの調整（CH1・CH2とも）

測定の前に，垂直感度が正しく校正されているかどうか点検する必要があります。
VOLTS／CMを20mVレンジに，（PULL×10GAIN）POSITIONをプルにします。INPUTと8mVのCAL OUTを付属のBNC接続リードで接続します。このとき，管面波形の垂直振幅が正しく4cmになっているかどうか点検し，誤差のある場合は，2mV GAIN（下面カバーにある）によって調整します。
なお，掃引時間を遅くするとリップルが出ますのでTIME／CMは0.5msecのレンジに設定します。
また，プローブを使って測定する場合は，プローブも含めた状態で感度校正を行なってもかまいません。この場合は，プローブをINPUTと80mVのCAL OUT間に接続します。このとき，垂直振幅が正しく4cmになるようにGAINを調整します。

20mV GAINの調整（CH1・CH2とも）

2mV GAINの調整を終了したら，（PULL ×10 GAIN）POSITIONをプッシュしてVOLTS／CM の入力感度を20mV／cmにします。次に，BNC接続リードのCAL OUT側を80mVにさしかえます。このとき，管面波形の垂直振幅が正しく4cmになっているかどうか点検し，誤差のある場合は20mV GAIN（下面カバーをあける）によって調整します。
また，プローブを使って測定する場合は，プローブを含めた状態で感度校正を行います。このときは，入力感度を20mV／cm，プローブの先端を0.8V CALに接続し，管面波形の垂直振幅が4cmになるように調整します。

DC BALの調整（CH1・CH2とも）

垂直偏向系の入力部以降のバランスがとれていないと，測定能率を著しく下げてしまいます。VARIABLEを回すことによってトレースの垂直位置が変動するとき，DC BAL（下面カバーにある）によって変動しないように調整します。

X10 BALの調整（CH1・CH2とも）

（PULL ×10 GAIN）POSITIONをプルして，入力感度を10倍にしたときのバランスを調整するもので，VARIABLEを回したときトレースの垂直位置が変動しないように，×10BAL（底面にある）を調整します。

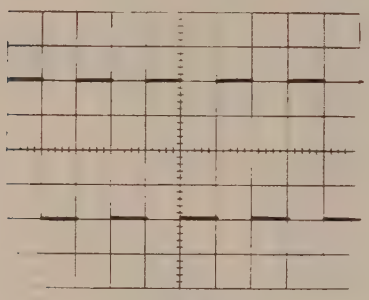
プローブ位相の調整（CH1・CH2とも）

プローブを使って測定する場合，プローブ位相が合っていないと間違った波形を観測してしまうことになりますので，事前に正しく調整してください。
まず，VOLTS／CMを20mVレンジに，プローブをINPUTと0.8VのCAL OUTの間に接続し，管面に垂直振幅4cmの

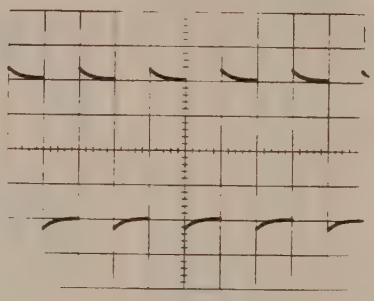
3－10図　プローブ位相の合わせ方

位相がずれている場合は
プローブボックス内の可変コンデンサを右または左に回して位相を校正する

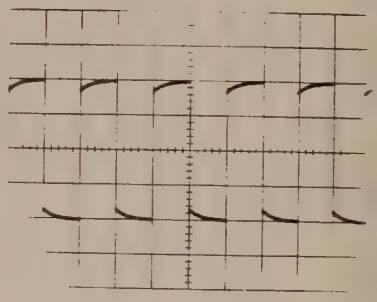
3－11図　プローブ位相波形



(a)適　正



(b)不適正（過補償）



(c)不適正（補償不足）

方形波を描きます。次に，3－10図に示すように，プローブの可変コンデンサを回すと，波形の平坦性が3－11図のように変わりますから，これを正しく合わせます。

測定方法

定量測定について

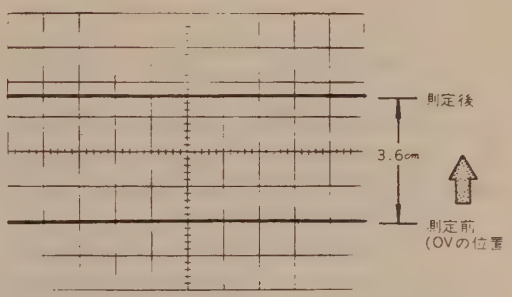
シンクロスコープで定量測定ができるのは，入力信号の電圧（大きさ）と時間（周波数）です。
定量測定を行う場合は次のことに注意してください。
(1)　入力信号の電圧（大きさ）を測定する場合には，CH1とCH2のVOLTS／CMのVARIABLEをPUSH CALIBの状態にして行います。
VARIABLEをプルにして，左回しするとUNCALIBになりますので，そのままの状態では正確な測定ができません。
(2)　入力信号の時間（周波数）を測定する場合には，TIME／CMのVARIABLEをPUSH CALIBの状態にして行います。
VARIABLEをプルにして，左回しするとUNCALIBになりますので，そのままの状態では正確な測定ができません。
(3)　プローブを使用して測定する場合には，まず，プローブの位相を，本器のCAL波形を利用して正しく合わせます。
減衰比が10：1のプローブを使用して，入力信号の電圧を測定する場合は，測定結果を必ず10倍します。
なお，プローブのアースリードは，できるだけ入力信号の信号源に近い位置にアースするようにしてください。

電圧の測定

直流電圧の測定

直流電圧計として用いる方法です。まず，自励掃引させて（2－15ページ参照），輝線がちらつかない程度に掃引時間を速くします。
次に，AC－GND－DCをGNDにしてください。このときの輝線の垂直位置が，3－12図のようにOVの位置となるので，管面上の測定しやすい位置に設定します。そして，AC－GND－DCをDCにして測定点に触れ，そのときの輝線の移動を目盛上で読みとります。被測定点に触れたとき，輝線が管面外へ移動してしまう場合には，VOLTS／CMを切換えて，測定しやすい位置まで移動させてください。

3－12図　直流電圧の測定



被測定点に触れたときの移動が，測定前の位置より上方であれば電圧の極性は「＋」，下方であれば「－」となり（ただし，CH2 INPUTに加えたときは，CH2 POLARITYはNORMの状態），移動をA（㎝）とすると，電圧は（３－６）式，または（３－７）式で求まります。

直接INPUTに加えて測定する場合

電圧（V）＝VOLTS／CMの指示値（V／㎝）
×A（㎝）……（3−6）

減衰比10：1のプローブを用いた場合

電圧（V）＝VOLTS／CMの指示値（V／㎝）
×A（㎝）×10……（3−7）

たとえば3－12図の場合，VOLTS／CMが2Vレンジだとすれば直流電圧は（3−6）式から，

2V／㎝×3.6㎝＝7.2V

プローブを使用していたとすれば，（3−7）式から，

2V／㎝×3.6㎝×10＝72V

ということになります。

交流電圧の測定

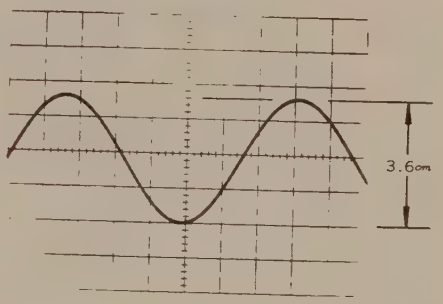
交流電圧が直流電圧に重畳されている信号を測定する場合，AC−GND−DCをDCにして測定すると，直流電圧分が交流電圧分に比べて高いときには，直流電圧分のために，測定しようとする交流電圧分が管面外へ出てしまいます。

このとき，垂直POSITIONによって管面内にだすことができる場合もありますが，測定誤差を生じますからさけてください。また，VOLTS／CMを切換えて交流電圧分を管面にだすこともできますが，垂直振幅が小さくなるために正確な測定ができません。このような場合にAC−GND−DCをACにします。ACにすると，入力部に直列に入っているコンデンサのために直流電圧がカットされ，交流電圧を充分拡大して測定することができます。このときの波形の垂直振幅をA(㎝)とすると，(3−6)式または(3−7)式によって算出することができます。

ACで測定すると，約4Hzで，3dB減衰され，プローブを使用した場合は約0.4Hzで3dB減衰されます。しかし，このような低周波以外の信号の場合には，一般に交流電圧を測定する場合は，直流電圧分の有無にかかわらず，AC−GND−DCをACにしておいた方が便利です。

(3−6)式および(3−7)式で算出される交流電圧は，Peak to Peak(Vp-p)であり，正弦波の実効値(Vrms)は(3−8)式で求まります。

3－13図　交流電圧波形の測定



$$電圧(Vrms) = \frac{電圧(Vp\text{-}p)}{2\sqrt{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3-8)$$

いま，3－13図のような波形が観測された場合，VOLTS／CMが5Vレンジだとすれば，この信号の交流電圧は尖頭値で，

5V／cm × 3.6cm ＝ 18V

実効値で（3－8）式から，

18V ÷ $2\sqrt{2}$ ＝6.36V

ということになります。

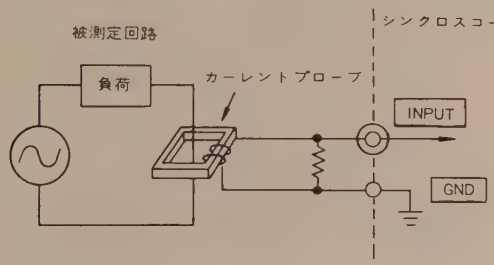
電流波形の測定

シンクロスコープに直接加えて観測できる現象は，電圧現象だけです。従って，電圧以外の電気現象をはじめ，機械的振動やその他あらゆる現象は，全て電圧に変換してINPUTへ加えなければなりません。

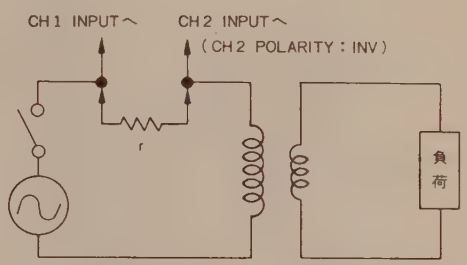
電流測定の場合は，被測定回路に既知の抵抗を挿入して，その抵抗の両端の電圧変化分をシンクロスコープで観測し，V=IRの関係から電流値を換算します。ただし，挿入する抵抗は，そのために被測定回路の動作状態が変わらない範囲の抵抗値でなければなりません。

もし，被測定回路の動作上，抵抗を挿入することができない場合には，回路を切断することなく電流測定ができるカーレントプローブがあります。これは，3－14図のように，測定個所の電流をコアおよび2次巻線で検出し，シンクロスコープの垂直偏向系に加えるものです。微小電流を観測する場合には，2次巻線の出力を増幅して加え，大電流を観測する場合には，コアを飽和してしまうので分流器を挿入し，分流させて挿入します。

3－14図　カーレントプローブによる電流波形の観測



3－15図　差動動作による電流波形の観測



ただし，この方法では周波数帯域幅に限界があり，高周波信号の場合には適しません。
また，3－15図のように回路がアースから浮いている場合の電流測定は，INPUTが1つでは正しい測定ができません。つまり，差動入力の増幅器が必要になります。本器はセクション2“ADDの操作”で述べたように，差動観測ができます。これを利用し，次のようにして測定します。
MODEをADDに，CH2 POLARITYをプッシュしてINVにし，CH1・CH2 INPUTにプローブを接続して，その先端を挿入した抵抗rの両端に接続します。ここで，CH1・CH2のVOLTS／CMを同じレンジに切換えると，rの両端の波形すなわち電流波形を観測することができます。

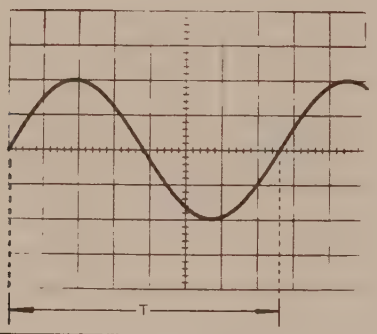
時間の測定

時間間隔の測定

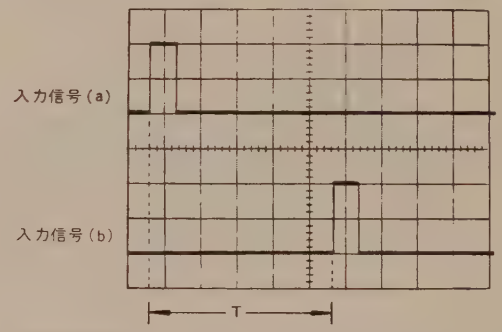
波形の任意の2点間の時間間隔測定は，VARIABLEをプッシュしてCALIBに設定することにより，TIME／CMの指示値から直読できます。
まず，波形を同期させます。次に，3－16図のように，2点間の間隔を測定しやすいようにTIME／CMを切換えてTを読みとり，（3－9）式によって算出します。

時間T（sec）＝TIME／CMの指示値（sec/cm）
×管面上の長さ(cm)
×拡大器の倍率の逆数 ……（3－9

3－16図　時間間隔の測定



3－17図　ALTまたはCHOPによる時間差の測定



（3−9）式において，拡大器の倍率の逆数は，拡大していない場合は1であり，拡大した場合は1／5となります。
3−16図の場合，間隔は7.6㎝ですから（3−9）式から時間Tを求めれば，

0.2msec × 7.6 ＝ 1.52 msec

MAGがオンになっていたとすれば，

0.2msec × 7.6 × 1／5 ≒ 0.3 msec

ということになります。

時間差の測定

2つの信号間の時間差の測定は，MODEをALT，CHOPまたはADDにすることによって容易に測定できます。　3−17図にALTまたはCHOPによる測定例を示します。
この測定で注意しなければならないことは，時間的に早く発生する信号で同期させることです。すなわちTRIGGERを，早く発生する信号を接続したチャンネル側に（3−17図の場合は入力信号(a)に接続したチャンネル側に）切換えることです。そして，時間差Tを読みとり，（3−9）式で算出します。

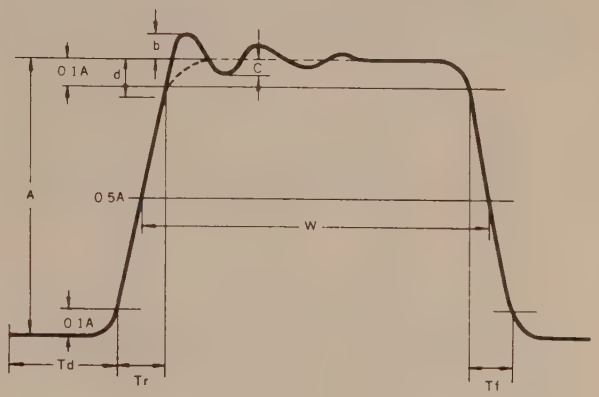
パルスの観測

観測する波形にはいろいろのものがありますが，コンピュータなどのデジタル回路の信号には，ほとんどパルスが用いられています。また，理想的なパルスは，その周波数以上のあらゆる高周波を含んでいると考えられ，回路の特性を調べる場合に不可欠な波形の1つです。
このパルスを測定するためには，次に述べるような，パルスの各部の用語を理解しておく必要があります。（3−18図および3−19図を参照してください。）

1. オーバーシュート

基本となるパルスの上に重畳した期間の短かい，望ましくない最初のパルス状の波形をいう。

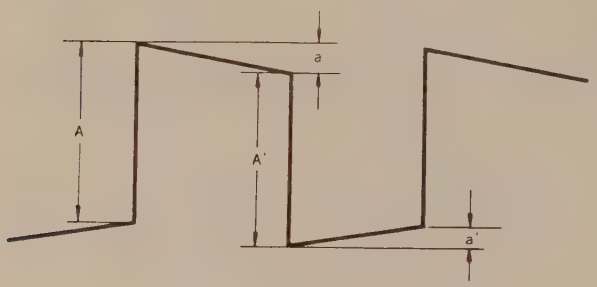
3−18図　パルスの各部用語の定義
（電子機械工業会MEA−27による）



A：基本振幅　　Tr：立上り時間
$\frac{b}{A}$：オーバシュート　　Tf：下降時間
$\frac{c}{A}$：リンギング　　$\frac{d}{A}$：まるみ
W：パルス幅　　Td：信号遅延時間

2. リンギング
パルスの立上りに続く部分に生ずるうねり波形をいう。
3. サグ
水平であるべきパルスの頂部が傾斜することをいう。
4. まるみ
パルス応答特性で，立上り部分の特性が極端にまるみを帯びることをいう。
5. 立上り時間，下降時間
パルス応答特性で，立上り，下降部分の瞬時値が基本振幅の10%から90%に達するまでの時間をいう。
6. パルス幅
パルス応答特性で，瞬時値が基本振幅の50%になる2点間の時間をいう。
7. 信号遅延時間
時間軸が掃引を開始してから，信号が基本振幅の10%に達するまでの時間をいう。

3－19図　サグの波形（電子機械工業会MEA－27による）



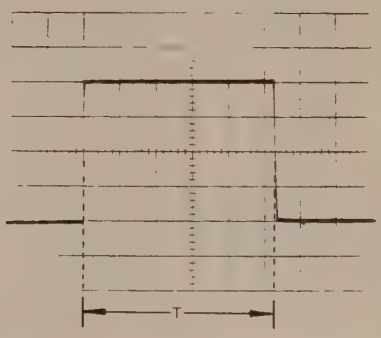
A：基本振幅
a：サ　グ

サグ＝$\frac{a}{A}$（または$\frac{a'}{A'}$）× 100%
ただし$\frac{a}{A}$と$\frac{a'}{A'}$のうち大きい値をとる。

パルス幅の測定

パルス幅は次のようにして測定します。
パルスを水平中心線を中心として，上下へ各2㎝または4㎝ずつ振らせます。
次に，水平方向へ測定しやすい幅まで，TIME／CMによって

3－20図　パルス幅の測定



振らせます。ここで3－20図のように，パルスの立上り，下降の中心，すなわち目盛の水平中心線と交わった点の幅Tを読みとり，（3—9）式によって算出します。なお，特にパルス幅がせまい場合には，拡大して測定します。

パルスの立上り(下降)時間の測定

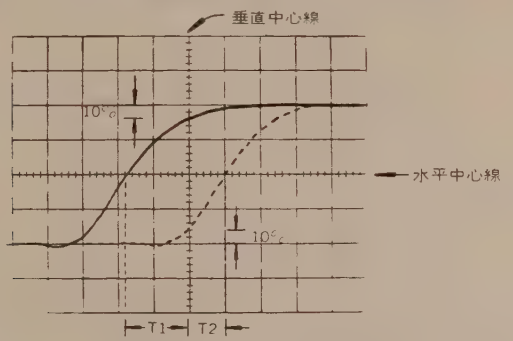
パルス幅の測定と同様に垂直，水平方向に振らせます。3－21図の実線のように，まず水平POSITIONによって，波形の上部の10％の点（3－21図では垂直振幅が4㎝であるから0.4㎝の点）が目盛の垂直中心線と交わる位置に移動させて，このときの波形の立上り（下降）が目盛の水平中心線と交わった点と垂直中心線までの幅（T_1）を読みとります。
次に，水平POSITIONで3－21図の点線のように，波形の下部の10％の点が垂直中心線と交わる位置に移動させて，波形の立上り（下降）が目盛の水平中心線と交わった点と垂直中心線までの幅（T_2）を読みとります。このT_1+T_2を（3－9）式に代入して，立上り（下降）時間T（sec）を求めます。

パルス測定の注意

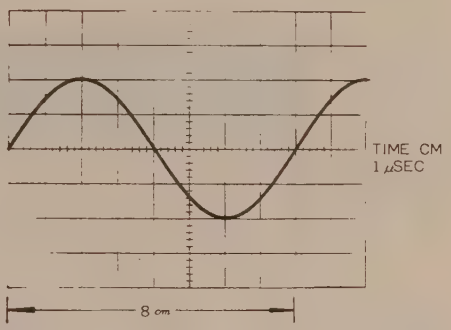
パルスの立上り（下降）時間や幅を測定する場合には，シンクロスコープ自身のもつ立上り時間が測定結果に与える影響について注意する必要があります。シンクロスコープがもつ立上り時間には，周波数帯域幅で決まるものと入力RCで決まるものがあります。

周波数帯域幅で決まる立上り時間の影響　　本器のこの立上

3－21図　立上り、下降時間の測定



3－22図　周波数の測定(1)



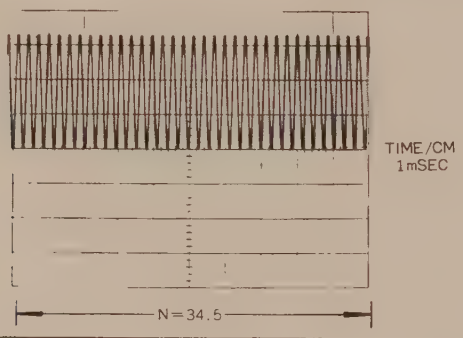
り時間は35nsです。これは，（3－3）式の周波数帯域幅と立上り時間の関係式から算出したもので立上り時間ゼロの理想パルスを加えたときに本器が示す立上り時間を表わします。

入力ＲＣで決まる立上り時間の影響　　この立上り時間は，（3−2）式で決まるものです。“入力信号の接続”の項を参照してください。

周波数の測定

周波数の測定は，大別して３つの方法があります。
第１は，３−22図のように１サイクルの時間（周期）を(3−9)式によって求め，（3−10）式から周波数を算出する方法です。

3−23図　周波数の測定(2)



$$\text{周波数 } f(\text{Hz}) = \frac{1(\text{cycle})}{\text{周期 } T(\text{sec})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3-10)$$

３−22図の例では，１サイクルの長さは８cm，TIME／CMの指示値は１μsec／cmですから，周期T(sec)は，

$$T(\text{sec}) = 8\text{cm} \times 1\mu\text{sec}/\text{cm} = 8\mu\text{sec}$$

従って，周波数f(Hz)は，

$$f(\text{Hz}) = \frac{1(\text{cycle})}{8\times10^{-6}(\text{sec})} = 125(\text{cycle}/\text{sec})\times10^{3}$$
$$= 125(\text{kHz})$$

となります。
第２に，３−23図のように目盛10cm内に含まれる周期の数Nを数えて，（3−11）式で算出する方法があります。

$$\text{周波数 } f(\text{Hz}) = \frac{N(\text{cycle})}{\text{TIME}/\text{CMの指示値}(\text{sec})\times10} \cdots (3-11)$$

この方法は第１の方法に比べて，Nが大きい場合（30~50）には誤差を小さくすることができ，掃引時間の精度に近ずけることができますが，Nが少ない場合には，小数点以下があいまいとなり，誤差の原因となります。
３−23図の例では，Nが34.5，TIME／CMが1m SECですから，周波数f(Hz)は，

$$f(\text{Hz}) = \frac{34.5(\text{cycle})}{1\times10^{-3}\times10(\text{sec})}$$
$$= 3.45(\text{cycle}/\text{sec})\times10^{3} = 3.45(\text{kHz})$$

ということになります。
第３に，リサージュ図形を描かせて周波数測定を行う方法があります。上記２つの方法は，時間測定による周波数測定ですが，周波数が比較的低く（100kHz以下），その波形が正弦波，方

形波，三角波，またはのこぎり波のような単純な波形の場合には，本器をセクション２で述べたようなＸ－Ｙスコープ動作として，リサージュ図形を描かせて周波数測定を行うことができます。

まず，MODEをCH1－Y・CH2－X に切換え，スポットを出します。

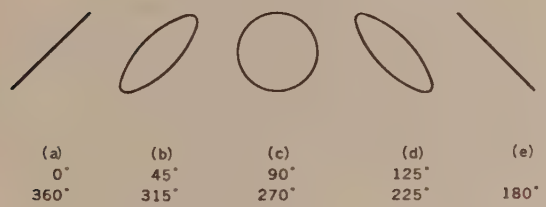
次に，CH1　INPUTに未知の周波数の信号（正弦波と仮定する）を加え，CH2　INPUTに既知の信号（周波数が校正されている信号発生器の出力）を加え，垂直・水平振幅とも４㎝程度振れるように，信号発生器の出力と本器の偏向感度を調整します。（CH2のVARIABLEは使用できません。）

ここで，信号発生器の周波数を変化させてゆき，３－24図のような１：１のリサージュ図形を描かせます。周波数比１：１のリサージュ図形は，円，楕円，直線のいずれかであり，１：１に近ずくとａ→ｂ→ｃ→ｄ→ｅ→ｄ→ｃ→ｂ→ａと図形が連続的に往復するのが見られ，さらに近ずくとその変化はより遅くなり，一致すればいずれかの形のまま静止します。

また，図形の変化が遅くなったとき，ａから出発した図形が再びａに戻りますが，１秒間に繰返す数を読みとれば，この値が誤差周波数になります。この誤差周波数が高いか低いかは，信号発生器の周波数を少し変化させればわかります。このことは非常に低い周波数，たとえば1Hzとか10Hz の場合には，リサージュ図形を静止させたのち，長時間にわたって図形の変化がないことを確認しなければならないことを示しています。

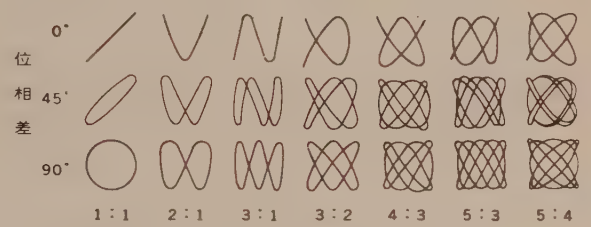
CH1・CH2　INPUTへ加える信号が正弦波で，いろいろな周波数比のときのリサージュ図形を３－25図に示します。任意の

３－24図　　正弦波のリサージュ図形



(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
0°	45°	90°	125°	
360°	315°	270°	225°	180°

３－25図　　いろいろな周波数比のリサージュ図形

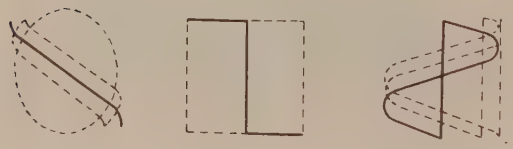


周波数比の場合については，作図法その他によって求めることができますが，周波数を広範囲に連続的に変化できる信号発生器を用いて，周波数比１：１の図形を求めるのがもっとも容易で正確な方法です。
また３－26図に，垂直・水平に異る波形を加えたときのリサージュ図形の例を示します。

位相差の測定

位相差の測定には，大別して２つの方法があります。
第１は，周波数の測定で述べたようにX－Yスコープ動作による方法で，リサージュ図形を描かせて（３－27図参照），（３－12）式より，位相差を算出します。

3－26図　異なる波形（周波数比１：１）のリサージュ図形



(a)正弦波と三角波　(b)正弦波と方形波　(c)正弦波とのこぎり波

$$位相差 = \sin^{-1}\frac{A}{B} \quad \cdots\cdots\cdots\

位相差（度）＝進相波，遅相波間の
水平軸上の隔たり T×40°…… （3−13）

3−28図の例では，Tは1.4 cmですから（3−12）式より，

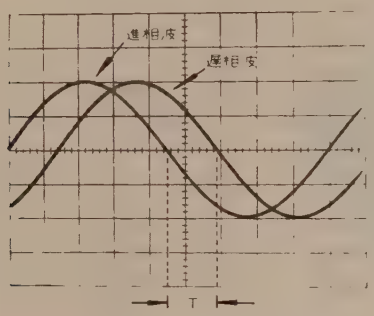
40°×1.4＝56°

ということになります。

電気現象以外の測定

シンクロスコープに直接加えて測定できる現象は，電圧のみですが，今日では電気以外の現象を電圧に変換するトランスデューサ（Transducer）が開発され，いろいろな現象の測定に応用されています。その現象の種類は，力学，光，温度，化学などの変化量の測定にまでおよんでいます。

3−28図　位相差の測定



以下，代表的なトランスデューサについて簡単に説明します。

力学的変化量の測定

物体の力学的変化すなわち変位，歪み，圧力，振動などを電気的変化量におきかえるのに，外部力を加えられた物体の特性が次のように利用されています。

(1)　抵抗線または半導体に外部力を加えたときの電気抵抗変化を利用した，ストレーンゲージと呼ばれるもの

(2)　水晶，チタン酸バリュームなどに圧力を加えたとき，圧力に比例してある方向に電気分極，すなわち圧電効果を生ずる圧電素子を利用したもの。

(3)　物体に外部力を加えたとき，2つの電極間を変化させて電気容量の変化におきかえるもの。

(4)　強磁性体の磁気的性質が，歪によって変化することを利用するもの

(5)　変位を電磁変化におきかえるもの

その他いろいろありますが，いずれもこれらは被測定物，または中間の媒体物にはりつけたり，接触したりして使用されます。また，上にあげたものは，それぞれ歪みの測定に適したもの，圧力の測定に適したもの，振動の測定に適したものなどと特性に応じて使い分けられ，さらに測定状態によっても次のように分類できます。

すなわち，高温において使用できるもの，また高湿用，高周波用，大きな振幅にも耐えられるもの，小さな振幅でも充分検出できるものなどに分類できます。

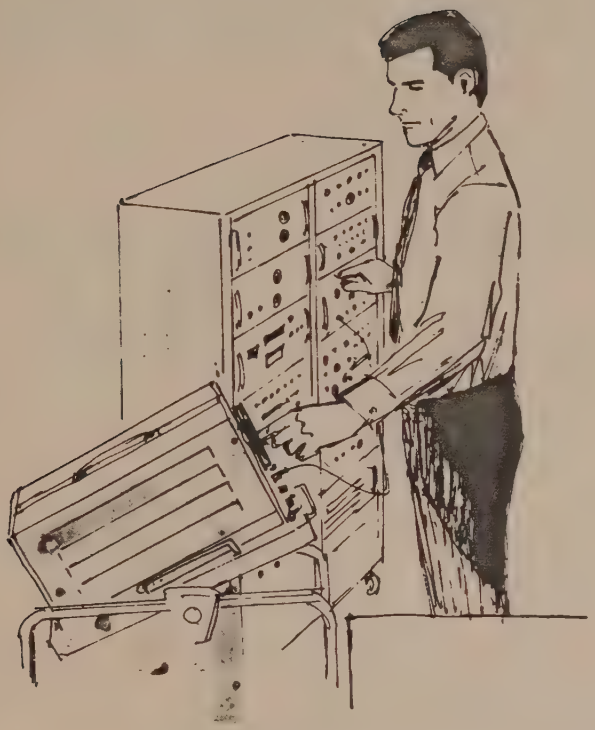
またこのほか，現在開発中のものも多くあり，今後の発展が期待できます。

光および温度の測定

光を電気に変換するものとしては，光電管やフォトトランジスタなどが，また微弱な光を検出するものとして，光電子増倍管（Photmultiplier-Tube）などがあります。

また，温度の測定には半導体の温度変化に対する電気抵抗変化を利用したサーミスタ，および2種類の金属の針金（銅，コンスタンタン線）を接続し，接続点の温度により定まった起電力が発生する現象を利用した熱電対（Thermo-couple）などがあげられます。

セクション 4 性能点検と校正



SS－5100を使用して，正しい測定を行なうためには，本器の各回路が正常に動作して，しかもその性能が規格を満足していなければなりません。本器は，定期的に性能の点検と校正を行なうことにより，常に信頼できる品質が保証されます。
このセクションでは，SS－5100の性能の，点検と校正を行なう方法を説明します。

性能点検と校正を行なう時期について …… 4－3
性能点検と校正に必要な測定器と器具 …… 4－3
性能点検と校正 …… 4－4
　準備 …… 4－4
　視察による動作点検 …… 4－5
　点検と校正 …… 4－5
　－電源・ブラウン管関係－ …… 4－5
　　直流低電圧電源 …… 4－5
　　直流低電圧電源のレギュレーション …… 4－6
　　直流高電圧電源 …… 4－6
　　輝度 …… 4－6
　　トレース・ローテーション …… 4－7
　－垂直軸関係－ …… 4－9
　　DC BAL …… 4－9
　　X10 BAL …… 4－9

MODEスイッチの動作点検 …… 4－9
ALT …… 4－9
CHOP …… 4－11
ADD …… 4－11
CH1 Y　CH2 X …… 4－11
垂直感度 …… 4－12
入力RC …… 4－12
アッテネータ位相 …… 4－14
方形波特性 …… 4－16
周波数帯域幅 …… 4－17
－同期関係－ …… 4－18
（PUSH＋ PULL－ SLOPE）LEVEL …… 4－18
内部同期，外部同期，TV－V同期の動作点検 … 4－19
－水平関係－ …… 4－20
掃引時間 …… 4－20
掃引拡大 …… 4－21

性能点検と校正を行なう時期について

測定器の性能や確度は，経時変化に伴ない，劣化することがありますので，正しい測定をするためには，定期的に性能の点検と校正を行なう必要があります。
性能の点検と校正は，常時使用（４時間／日平均）するときは1,000時間，あまり使用しないときは６カ月ごとに行なうのが適当です。

性能点検と校正に必要な測定器と器具

ＳＳ－5100の性能を点検・校正するためには，次に述べる測定器が必要です。

1．ディジタル電圧計
　電圧測定範囲　０～1000V，DC，０～300V，AC，
　０～2.5kV，DC（高圧プローブ使用時）
　確度　0.2％以内
　＜例＞
　岩通製　VOAC717，VOAC707

2．テスト用シンクロスコープ
　垂直感度　10mV／DIV以上
　確度　３％以内
　周波数帯域幅　DC～5MHz以上
　＜例＞
　岩通製　ＳＳ－5050

3．正弦波発生器
　周波数範囲　0.1Hz～1MHz
　出力レベル　1mV～7.75V（rms）
　確度　２％以内　（1kHzにおいては，0.5％以内に校正されていること）

4．標準信号発生器
　周波数範囲　50kHz～50MHz
　出力レベル　1mV～1V（rms）
　確度　±1dB（周波数を変化させても，出力レベルは一定に保てるように校正できること）

5．方形波発生器
　周波数　60Hz，1kHz，15kHz，100kHz，250kHz，1MHz
　立上り時間　20nsec
　出力レベル　０～＋20V（p-p），０～－20V（p-p）

6．タイムマーカー発生器
　周波数　0.1μsec～0.5sec　1－5ステップ
　出力レベル　1V（p-p）以上
　確度　0.1％以内
　＜例＞
　岩通製　ＰＴＧ－1

7．容量計
　容量測定範囲　０～100pF
　確度　２％以内

8. 抵抗計
抵抗測定範囲　0～20MΩ
確度　1％以内
＜例＞
岩通製　VOAC77，VOAC707

9. 測定用器具
プローブ　1016B1，(B2)
(SS−5100に付属しています)
Quat input connector　T形
50Ω同軸ケーブル　長さ約50cm　2本
＜例＞
岩通製　BB−500

測定器をお使いになるときは，次のことにご注意ください。
(1)　測定器の性能は，ここで述べたものと同等，または，それ以上のもので，校正されているものをお使いください。
(2)　SS−5100の信号入力接栓は，BNC形です。
信号発生器は，出力リードの先端が，BNC形になっているものをお使いください。BNC形になっていない場合は，BNC接栓に接続できるような，変換アダプタを別にご用意ください。
(3)　信号発生器の信号出力は，必ず出力インピーダンスで終端してください。
(4)　正弦波を発生する信号発生器類の出力電圧は，通常，実効値(rms)で示されていますが，SS−5100の校正には，尖頭値 ― 尖頭値(peak to peak)の電圧を使いますので，お間違えのないようにご注意ください。
尖頭値 ― 尖頭値電圧と実効値電圧の関係を，次式に示します。

尖頭値－尖頭値電圧(V_{p-p})$=2\sqrt{2}$・実効値電圧(V_{rms})

性能点検と校正

ここでは，実際に，性能の点検と校正を行なうときの，方法について説明します。
性能の点検を行なった結果，性能不良と判断されたり，校正しても規格を満足させることができない場合は，どこかの回路が異常な動作状態になっていますので，異常個所を発見し修理する必要があります。

準備

性能の点検と校正は，つまみやスイッチ，周囲温度を，次に説明する状態に設定したのち，POWERスイッチをPush onして，約1時間，ウォーミングアップしてから行ないます。

(1)　周囲温度は，+25℃±5℃ の範囲内に設定します。
(2)　SS−5100が使用できる1次側電源電圧の中心電圧は，100V，117V，217V，234Vの4種類です。
まず，電源ラインに，スライダックなどの電圧調整器を接続して，4種類のうちのいずれかの中心電圧が得られるように設定します。
次に，SS−5100が，スライダックの出力電圧で動作するように，背面パネルにある，電源切換プラグを正しく設定します。

4－1表

電源切換プラグの設定	ラインの中心電圧
A	100V
B	117V
C	217V
D	234V

（3）正面パネルのつまみ，スイッチを，次のように設定します。（垂直軸関係は，CH1とCH2で名称が同じものは，同一の状態に設定します。）

INTENSIT	輝線が，適度な明るさで観測できる位置
FOCUS	輝線が，焦点を結ぶ位置
AC−GND−DC	GND
VOLTS／CM	20mV／cm
VARIABLE	プッシュ
POSITION	プッシュ　中央
MODE	ALT
CH2　POLARITY	押さない状態
TIME／CM	.5msec／cm
VARIABLE	プッシュ
SOURCE	INT−CH1
TRIG COUPLING	AC
SWEEP MODE	AUTO
POSITION	プッシュ　中央
LEVEL	プッシュ　中央（0付近）

＜注＞
性能の点検と校正を，全項目にわたって行なう場合も，限定した項目だけを行なう場合も，すべて，以上のように設定した状態から始めてください。

視察による動作点検

次に説明する操作で，まず，簡単な動作点検を行ないます。（詳しくは，各項目で説明します。）

1. VERTICALおよびHORIZONTALのPOSITIONをまわして，掃引線が上下，左右に移動することを確認する。
2. TIME／CMの全レンジで，確実に掃引が行なわれることを確認する。

点検と校正

—— 電源・ブラウン管関係 ——

直流低電圧電源

SS−5100の各部を点検・校正する場合，まず，直流低電圧電源を点検します。直流低電圧電源は，各回路に供給されていますので，正しく校正されていないと，正常な動作をしない場合があります。

＜規格＞
各直流低電圧電源の電圧，およびリップルが，4−2表に示す規格に入っていること。

＜点検と校正＞
1. 4−1図に示すテストポイントの直流電圧を，直流電圧計で測定して，4−2表に示された規格に入っているか点検する。
2. 規格に入っていない場合は，校正用可変抵抗器で校正する。校正用可変抵抗器については，4−2表と4−1図を参照の

こと。

3. テスト用シンクロスコープで，各直流電圧のリップル電圧を点検する。

4－2表

公称電圧	規　格	リップル電圧	校正用可変抵抗器	校正順序
－12V	±3%以内	1mVp-p以内	R824	1
＋5V	±1%以内	1mVp-p以内	R815	2
＋25V	±3%以内	1mVp-p以内	R809	3
－20V	約－18.5V	—	—＜注＞	—
＋160V	約+174　V	—	—	—
＋270V	約+270　V	—	—	—

＜注＞　－20V，＋160V，＋270Vは，非安定化電源です。

直流低電圧電源のレギュレーション

＜規格＞

電源切換プラグを，使用する1次側電源電圧に応じて，A・B・C・Dのいずれかに設定し，その1次側の電源電圧を，4－3表のレギュレーション範囲内で連続的に変化させたとき，掃引線が十分安定していること。

＜点検＞

1. 1次側電源に接続した電圧調整器で，ラインの中心電圧をレギュレーション範囲内で連続的に変化させる。
2. そのとき，管面の掃引線に，輝度変調やリップルが認められないこと。
（TIME／CMを，5msec／cm に設定し，輝度を少し暗めにすると，観測しやすい。）
3. 点検が終了したら，電圧調整器を調整して，1次側電源電圧を，ラインの中心電圧に設定しておく。

4－3表

電源切換プラグの設定	ラインの中心電圧	レギュレーション範囲
A	100V	90～110V
B	117V	106～128V
C	217V	196～238V
D	234V	211～257V

直流高電圧電源

直流高電圧電源が変動すると，ブラウン管の垂直・水平の感度をはじめ，輝度やフォーカスが変化しますので，正しく校正する必要があります。

＜規格＞

CRTソケットの7番ピンとGND間の電圧が，DC－2000V±1%であること。

＜点検と校正＞

1. CRTソケットの7番ピンとGNDの間の電圧を，直流高圧電圧計で測定し，－2000V±1% の範囲内に入っているか点検する。
2. 上記の電圧が，規格に入っていないときは，R701 H.V. ADJ（4－2図参照）で校正する。

〈注意〉　直流高電圧電源を点検する際には，感電などの事故を起さないように，十分注意して行なってください。

輝度

輝度が暗すぎると，波形の観測がしにくくなり，明るすぎると，ブラウン管のけい光膜を焼いてしまうこともありますので，輝度は適度な明るさに調整されていることが大切です。

＜規格＞

1. INTENSITYを左まわしいっぱいにしたときは，掃引線およびスポットが消える。
2. INTENSITYを右まわしいっぱいにしたときは，掃引線およびスポットが明るく輝いて観測できる。
3. 掃引線が消える直前の位置に，INTENSITYのつまみを設定したとき，1次側の電源電圧を，±10％変化させても輝度の変化があまり目立たないこと。

＜点検と校正＞

1. INTENSITYを左まわしいっぱいにしたとき，掃引線が消え，右まわしいっぱいにしたとき，明るく輝やくことを確認する。
2. INTENSITYを左まわしいっぱいにしても，掃引線が消えなかったり，右まわしいっぱいにしても，十分な明るさが得られないときは，R716・INTEN ADJ （4－1図参照）で，上記の条件が満されるように校正する。
3. SWEEP MODEをNORM，LEVELを右まわし，または左まわしいっぱいにして，管面にスポットを出す。
   その状態で，INTENSITYを右まわしいっぱいに設定したとき，明るく輝いたスポットが得られるか点検する。
4. 明るく輝いたスポットが得られないときは，R744a（4－1図参照）で校正する。
   ＜注＞
   X－Y動作時，SWEEP MODEをAUTOに設定すると，NORM，SINGLEに設定したときより，輝度が数段明るくなる。そのときでも，INTENSITYを左まわしいっぱいにしたときは，スポットが消えるようにすること。
5. SWEEP MODEを再びAUTOに切換えて掃引させ，INTENSITYを，掃引線がわずかに観測できる位置に設定する。
6. その状態で，1次側電源に接続した電圧調整器で，ラインの中心電圧を±10％変化させても，著しい輝度変化が起らないことを点検する。
7. 輝度差が大きいときは，R745a（4－1図参照）で，輝度差が最小となるように校正する。
8. 1～7までの操作で，点検と校正が終了したら，さらに，1～4までの操作を数回くり返して，INTENSITYの状態が最良となるように校正する。

トレース・ローテーション

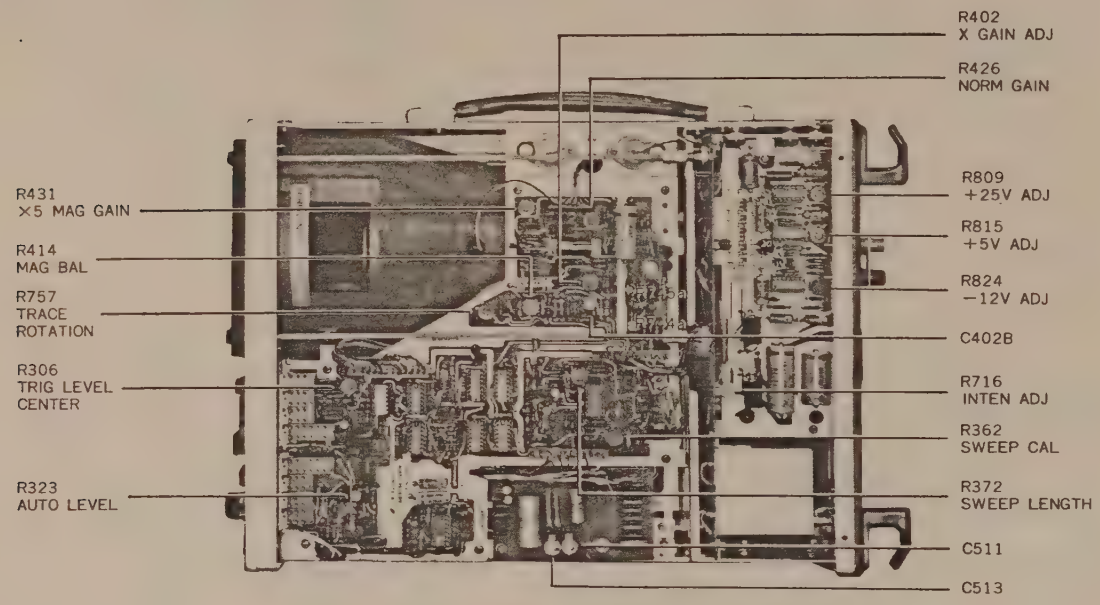
＜規格＞

管面中央で，掃引線（トレース）と目盛が一致すること。

＜点検と校正＞

1. 垂直のPOSITIONを調整して，掃引線を水平目盛りの中心線に合わせる。
2. そのとき，掃引線が水平目盛りと一致するか点検する。
3. もし，掃引線が水平目盛りに対して傾斜しているときは，R757 TRACE ROTAION（4－1図参照）を調整し，掃引線が目盛りと一致する（平行になる）よう校正する。
   ＜注＞
   掃引線は，地磁気などの影響により，多少偏向されますので，本器を別の場所へ移動して使用するときは，必ず点検するようにしてください。

4－1図　上面


R402
X GAIN ADJ
R426
NORM GAIN
R431
×5 MAG GAIN
R414
MAG BAL
R757
TRACE
ROTATION
R306
TRIG LEVEL
CENTER
R323
AUTO LEVEL
R809
+25V ADJ
R815
+5V ADJ
R824
−12V ADJ
C402B
R716
INTEN ADJ
R362
SWEEP CAL
R372
SWEEP LENGTH
C511
C513

—— 垂直軸関係 ——

DC BAL

垂直の直流バランスがくずれると，CH1，またはCH2の（PUSH CALIB）VARIABLE をプルにして，左・右にまわしたとき，掃引線が上・下に移動すると，測定がしにくくなります。

＜点検と校正＞

1. CH1，CH2のVARIABLEをプルにして，それぞれ左右にまわしたとき，掃引線が上・下に大きく移動しないか点検する。
2. 掃引線が大きく移動するときは，CH1はR127 CH1 DC BAL，CH2はR183 CH2 DC BAL（4－2図参照）で校正する。
3. AC−GND−DCスイッチをDCに設定し，INPUT に80mV CAL OUTを加えたとき，VARIABLE をまわしても0レベルが移動しないことを確認する。

X10 BAL

＜規格＞

CH1・CH2の（PULL X10 GAIN）POSITIONをプルにしたとき，CH1，CH2のVARIABLE をプルにして左右にまわしても，掃引線が上・下に大きく移動しないこと。

＜点検と校正＞

1. CH1，CH2のPOSITIONをプルにして，CH1，CH2のVARIABLEをプルにして左右にまわしたとき，掃引線が上・下に大きく移動しないか点検する。
2. 掃引線が大きく移動するときは，CH1はR110 CH1 X10 BAL，CH2はR165 CH2 X10 BAL（4－2図参照）で校正する。

＜注＞

校正方法は，前項の〝DC BAL〟と同様であるが，両者とも共通性があるので，両項目を反復して校正する必要がある。

MODEスイッチの動作点検

ここでは，ALT，CHOP，ADD，CH1 Y CH2 Xの規格と動作点検について説明します。

CH1，CH2の動作については，垂直軸関係の各項目を点検することにより調べられます。

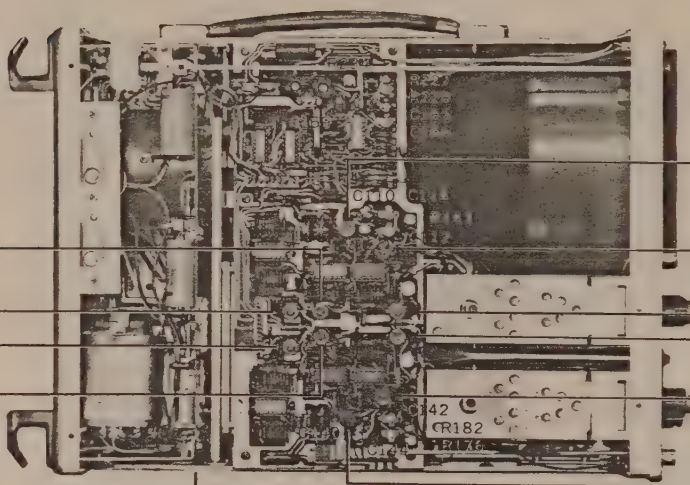
ALT（Alternate）動作のとき

＜動作＞

1. TIME／CMの全レンジで，CH1とCH2が交互に掃引すること。
2. 一方の掃引線を管面内で上・下に移動させたとき，他方の掃引線に影響が出ないこと。

＜点検＞

1. TIME／CMの全レンジで，CH1とCH2が交互に掃引するか点検する。
2. CH1のPOSITIONを操作して，掃引線を管面内で上・下に移動させたとき，CH2の掃引線に影響がないか，CH2のPOSITIONを操作して，掃引線を管面内で上・下に移動させたとき，CH1の掃引線に影響がないかを点検する。


R127
CH1 DC BAL
R132
CH1 2mV GAIN
R117
CH1 20mV GAIN
R278
CH1 TRIG 0 ADJ
R110
CH1 X10 BAL
R298
CH2 TRIG 0 ADJ
R165
CH2 X10 BAL
R193
CH2 2mV GAIN
R178
CH2 20mV GAIN
R701
H. V. ADJ
R183
CH2 DC BAL

CHOP（Chopped）動作のとき

＜動作＞

1. ＣＨ１とＣＨ２が，交互に切換え掃引すること。
2. 一方の掃引線を，管面内で上・下に移動させたとき，他方の掃引線に影響が出ないこと。

＜点検＞

1. （PULL X10 GAIN）POSITION を調整して，CH1とＣＨ２の掃引線を，水平目盛の中心線から上・下に２ｃｍの位置に設定する。
2. テスト用シンクロスコープで，IC106の６番ピン，または８番ピンの出力信号を観測し，ＣＨ１とＣＨ２が，交互に切換え掃引しているか点検する。
3. ＣＨ１のPOSITIONを操作して，掃引線を管面内で上・下に移動させたとき，ＣＨ２の掃引線に影響がないか，ＣＨ２のPOSITION を操作して，掃引線を管面内で上・下に移動させたとき，ＣＨ１の掃引線に影響がないかを点検する。

ADD（Added）動作のとき

＜動作と規格＞

1. CH2 POLARITYの操作により，CH1およびCH2のINPUTへ接続した信号の，和または差が観測できること。すなわち，和動作のときの和信号の誤差は，1kHzの正弦波入力にて，±3％以内，差動作のときの同相信号除去比（Rejection Ratio)は，1kHzの正弦波入力にて50：1以内であること。

＜点検と校正＞

1. ＣＨ１とＣＨ２のPOSITION を調整して，水平目盛りの中心線上に掃引線を描かせる。
2. 正弦波発生器から，1kHz 60mVp-pの信号をとり出し，その出力を，Dual input connector で分岐させ，ＣＨ１とＣＨ２のINPUTへ接続する。
3. ＣＨ１，ＣＨ２のＡＣ−ＧＮＤ−ＤＣスイッチをＡＣに設定する。
4. CH2 POLARITYがプッシュされていないときは，＜ＣＨ１＋ＣＨ２＞動作となるので，管面波形の振幅が，６ｃｍ±３％ になるか点検する。
5. ＣＨ２ POLARITYがプッシュされているときは，＜CH1−CH2＞ 動作となるので，管面波形の振幅が，０ｃｍ（掃引線）になるか点検する。
6. ５の状態で，正弦波発生器の出力電圧を80mVp-pにしたとき，管面波形の振幅が，1.6ｍｍ以内になるか点検する。

＜参考＞

４～６の点検で，規格が満足されていないときは，垂直感度を校正したのち，再び点検する。

ＣＨ１ Ｙ ＣＨ２ Ｘ動作のとき

＜動作と規格＞

1. 管面のスポットは，ＣＨ１の（PULL ×10 GAIN）POSITIONの操作により上・下に，（PULL ×5 MAG）POSITIONの操作により左・右に移動する。
2. 入力感度の確度は，±５％以内であること。
3. ＣＨ２ Ｘの周波数帯域幅は，ＤＣ～１MHz −3dB 以内であること。
4. 位相差は，３° 以内（正弦波100kHz にて）であること。

＜点検と校正＞

1. MODEの，CH1 Y CH2 Xスイッチをプッシュする。
2. 管面のスポットは，CH1の（PULL ×10 GAIN）POSITIONの操作により上・下に，（PULL ×5 MAG）POSITIONの操作により左・右に移動するか点検する。
3. 正弦波発生器から，1kHz 80mVp-pの信号をとり出し，その出力をCH2 INPUTへ接続して，管面中央から左右に2cmずつ振らせる。
4. そのときの管面振幅が，4cm±5％になっているか点検する。
   規格に入っていないときは，R402X GAIN ADJ（4－1図参照）で校正する。
5. 正弦波発生器の出力レベルを一定に保ち，周波数を1MHzにする。
   そのときの，管面上での振幅が，28.3mm（40mm振幅に対する−3dBの振幅）以上あるか点検する。
6. 正弦波発生器から，100kHz 80mVpp の信号をとり出し，その出力を，Dual input connector で分岐させ，CH1とCH2 INPUTへ接続したとき，位相差が，3°以内になっているか点検する。
   （位相差の測定方法は，セクション3を参照してください。）
7. 5，6の点検で規格に入らないときは，両方の兼ね合いをみながら，C402 B（4－1図参照）で校正する。

垂直感度

＜規格＞

1. 周囲温度が，+25℃±5℃の範囲内では，感度の確度は±3％以内であること。
2. （PULL ×10 GAIN）POSITION をプルにして，感度を10倍にしたときも同様であること。

＜点検と校正＞

1. 正弦波発生器から，1kHz 80mVp-pの信号をとり出し，その出力を，Dual input connector で分岐させ，CH1とCH2 INPUTへ接続する。
2. CH1とCH2の，AC−GND−DCスイッチを，ACに設定する。
3. そのとき，管面の振幅が，4cm±3％以内であるか点検する。
   規格に入っていないときは，CH1は，R117 CH1 20mV GAINで，CH2は，R178 CH2 20mV GAIN（共に，4－2図参照）でそれぞれ校正する。
4. 以下，CH1 CH2のVOLTS／CMの各レンジで，表示値の4倍の入力電圧を加えたとき，管面振幅が，4cm ±3％以内であるか点検する。
5. CH1，CH2のVOLTS／CMを，再び20mV／cm レンジに設定し，両チャンネルの（PULL ×10 GAN)をプルする。
6. 正弦波発生器の出力電圧を8mVp-pに設定したとき，管面の振幅が，4cm±3％以内であるか点検する。
   規格に入っていないときは，CH1は，R132 CH1 2mV GAINで，CH2は，R193 CH2 2mV GAIN（共に，4－2図参照）でそれぞれ校正する。

入力RC

＜規格＞

信号を，直接INPUTへ加える場合
R 1MΩ±2％
C 32pF±5pF

信号を，10：1プローブを通してINPUTへ加える場合
R 10MΩ±3％
C 15pF±2pF

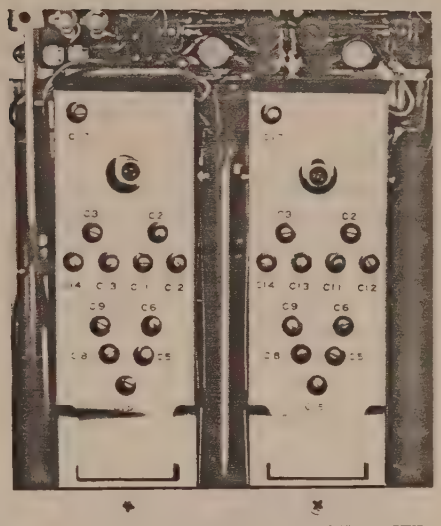
＜点検と校正＞

1. CH1，CH2のAC−GND−DCスイッチを，DCにする。
2. CH1 INPUTへ抵抗計を接続し，入力抵抗が1MΩ±2%以内であるか点検する。
3. CH2についても同様に点検する。
4. CH1 INPUTへ容量計を接続し，入力容量が32pF ±5pF以内であるか点検する。
   規格に入っていないときは，C015A（4−3図参照）で校正する。
5. CH2についても同様に点検する。
   規格に入っていないときは，C015Bで校正する。
6. CH1とCH2のINPUTに，付属品の10：1プローブを接続する。
7. CH1 INPUTに接続したプローブの先端へ抵抗計を接続し，入力抵抗が10MΩ±3%以内であるか点検する。
8. CH2についても同様に点検する。
9. CH1 INPUTに接続したプローブの先端へ容量計を接続し，入力容量が15pF±2pF であるか点検する。
   規格に入っていないときは，後で述べる〝アッテネータ〟の項を参照し，プローブの位相を校正したのち，再び入力容量を点検する。
10. CH2についても同様に点検する。

＜注意＞

- この項で，C015A，Bを校正したときは，次に述べる〝アッテネータ位相〟の点検が必要となります。その後，VOLTS／CMの全レンジの入力RCを再点検します。
- 入力RCを点検するとき，抵抗計，および容量計より，INPUT に印加される直流電圧は，±5 V以内（前置増幅器のQ101，Q102 のゲートに接続してあるダイオードが，ONにならない電圧）にしてください。

4 − 3図　アッテネータの構成



CH 1　　CH 2

＜注＞ この写真では，番号が，C15，C2などのようになっているが，回路図ではC015，C002のようになっています。
本文では，回路図の番号を使用しています。

アッテネータ位相

＜規格＞

VOLTS／CM の全レンジでの，アッテネータ位相のずれは，次のとおり。

信号を，直接INPUTへ加える場合　　±5％以内

信号を，10：1プローブを通してINPUTへ加える場合　　±5％以内

＜点検と校正＞

1. 方形波発生器から，1kHz　80mVp-p の信号をとり出し，その出力を，CH1　INPUTへ接続する。
2. CH1の，AC−GND−DCスイッチを，DCに設定する。
3. MODEのCH1スイッチをプッシュする。
4. そのときの管面波形が，4−4図の(a)のように，頂部が平坦になっていればよい。

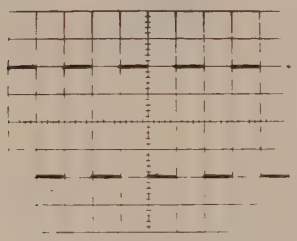
4−4表　VOLTS／CMの校正用可変コンデンサ

VOLTS／CM	校正用可変コンデンサ	
	①の部分	②の部分
20mV	C017A／B	(C015A／B)
50mV	C002A／B	C012A／B
.1　V	C003A／B	C011A／B
.2　V	C006A／B	C005A／B
.5　V	C013A／B	自動的に合う
1　V	C014A／B	自動的に合う
2　V	C009A／B	C008A／B
5　V	自動的に合う	自動的に合う
10　V	自動的に合う	自動的に合う

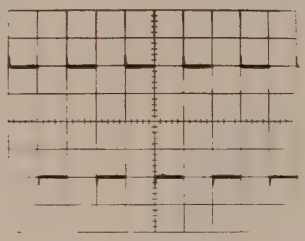
＜注＞ ・A／Bとあるのは，AがCH1，BがCH2の回路番号を示す。

・①の部分，②の部分とは，4−5図の①の部分と，②の部分を校正するための，可変コンデンサを示す。

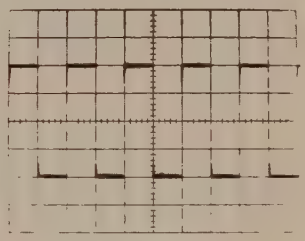
4−4図　方形波を，直接INPUTへ加えたときの，アッテネータ位相



(a)　適正



(b)　過補償



(c)　補償不足

5. もし，(b)または(c)のようになっていて，オーバーシュートやまるみが，±5％以上になっている場合は，C017Aで校正する。

6. 以下，VOLTS／CMを50mV，1V…… 5V，10Vに順次切換えて，管面に4cm程度の振幅が得られるように，方形波発生器の出力を調整し，全レンジの位相を点検する。
規格に入っていないときは，4－4表の①の部分を参照して，VOLTS／CMの各レンジに対応する可変コンデンサを調整し，(a)のように，頂部が平担になるよう校正する。

7. CH2についても，CH1と同様に点検し，規格に入っていないときは校正する。

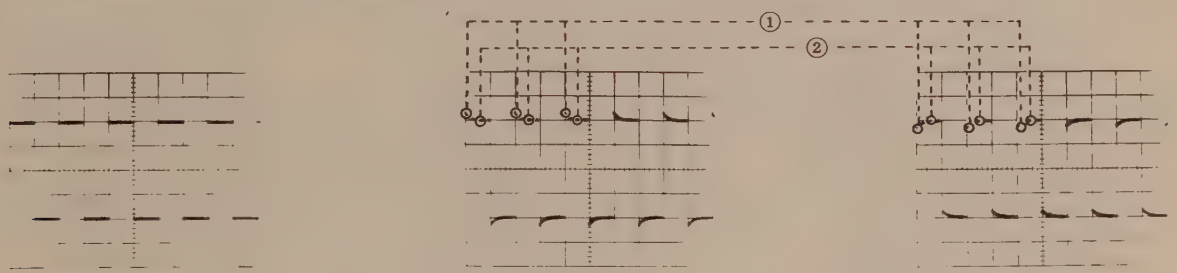
8. 次に，CH1，CH2　INPUTへ，付属品の10：1プローブを接続し，プローブを通して方形波を接続したときの位相を点検・校正する。

9. まず，方形波発生器から，1kHz 0.8Vp-pの信号をとり出し，その出力を，CH1　INPUTに接続したプローブの先端に接続する。
そのときの管面波形が，4－5図の(a)のように，頂部が平担になっていればよい。

10. もし，(b)または(c)のようになっていて，オーバーシュートやまるみが，±5％以上になっている場合は，プローブボックス内の可変コンデンサを調整して，頂部を平担にし，(a)の波形のように校正する。
以後，プローブボックス内の可変コンデンサは，操作しないこと。
＜注＞
CH1，CH2の20mVレンジのC015A／Bは，前項の〝入力RC〟の点検で，入力容量を32pF±5pFに校正するため，すでに調整済みになっている。

11. 以下，VOLTS／CMを50mV，1V …… 5V，10Vに順次切換えて，管面に4cm程度の振幅が得られるように，方形波発生器の出力を調整し，全レンジの位相を点検する。

4－5図　方形波を，10：1プローブを通してINPUTへ加えたときの，プローブ位相



(a)　適正　　(b)　過補償　　(c)　補償不足

そのときの，管面上での振幅が，28.3mm（40 mm振幅に対する−3dBの振幅）以上あるか点検する。
もし，振幅が28.3mmより少ないときは，周波数特性が，3 dB以下になっているので，前項で説明した方法により，方形波を調整する。

4. CH2についても同様に点検し，規格に入らないときは校正する。

—— 同期関係 ——

(PUSH + / PULL − SLOPE) LEVEL

＜規格＞

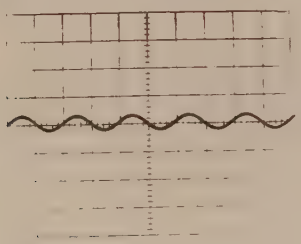
CH1 INPUTに信号を加えたとき，管面波形は，LEVELがプッシュされているとき＋(正)極性，プルされているときは−(負)極性のスロープから観測されること。

管面振幅80mmのとき，LEVELにより，スロープは10%〜90%まで連続的に可変できること。

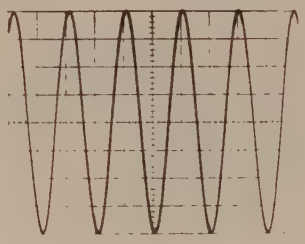
＜点検と校正＞

1. CH1のAC−GND−DC スイッチをACに設定する。
2. 正弦波発生器を，1kHz 10mVp-pの信号が得られるように設定し，その出力をCH1のINPUTへ接続する。
3. MODEのCH1スイッチと，SWEEP MODEのNORMスイッチをプッシュする。
4. CH1のPOSITIONを調整して，管面波形が水平目盛りの中心線から上下対称となるように設定する。
5. LEVELの▲印を0の位置に設定したとき，管面波形の先端が，水平目盛りの中心線上にあるか点検する。
6. もし，管面波形の先端の位置が，水平目盛りの中心線よりずれているときは，R306 TRIG LEVEL CENTER（4−1図参照）で校正する。

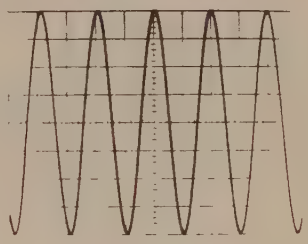
4−7図 LEVEL CENTERとSLOPE



LEVEL CENTER
(PUSH+ / PULL−SLOPE) LEVELをプッシュ・プルしたとき，管面波形の極性が水平目盛りの中心線を境いに上下対称に反転すること。



SLOPE 90%
LEVELつまみの▲印が＋方向に設定されている。



SLOPE 10%
LEVELつまみの▲印が−方向に設定されている。

7. (PUSH+ PULL− SLOPE) LEVEL をプッシュ・プルしたとき，管面波形が水平目盛りの中心線から上下対称に変化するか点検する。もし，スタート点がずれるようなときは，さらにR306を調整する。
8. 正弦波発生器の出力電圧を160mVp-pにして，管面波形が水平目盛りの中心線から上下40mmずつ振れるようにする。
9. LEVELを＋のスロープ（つまみの▲印が＋の位置にある状態）から，－のスロープ（つまみの▲印が－の位置にある状態）までまわしたとき，管面波形の先端が，90％～10％までの間を連続的に変化するか点検する（4－7図参照）

内部同期・外部同期・TV－V同期の動作点検

＜規格＞

SWEEP MODEのAUTOとNORMが，TRIG COUPLINGの切換えにより，4－7表に示す同期周波数範囲と最小同期レベルで安定に動作すること。

＜点検＞

1. CH1のAC－GND－DCスイッチをDCに，MODEのCH1スイッチをプッシュする。
2. TRIG COUPLINGに応じて入力信号の周波数と種類を選択し，その信号をCH1のINPUTへ接続する。
3. SWEEP MODEをAUTOおよびNORMに設定し，SOURCEのINT CH1とEXTを選択したとき，4－7表に示した規格で十分安定して同期がかかるか点検する。
   なお，(AC)HF REJでは，内部同期のとき，正弦波200kHz入力で，管面振幅2mmで同期しないことを確認する。
   また，SWEEP MODEをAUTOにしたときは，TRIG COUPLINGをDCにしても，入力信号が50Hz以下のときは同期しない。
4. CH2のAC－GND－DCスイッチをDCに，MODEのCH

4－7表

同期信号結合 (TRIG COUPLING)	同期周波数範囲	最小同期レベル			
		NORM		AUTO	
		内部同期（管面振幅mm）	外部同期（入力電圧Vp-p）	内部同期（管面振幅mm）	外部同期（入力電圧Vp-p）
AC	50Hz－1MHz	5	0.3	10	0.7
	1MHz－2MHz	5	0.3	5	0.3
	2MHz－10MHz	10	0.3	15	0.7
(AC) HF REJ	30Hz－10kHz	5	0.3	10	0.9
DC	DC－1MHz	5	0.2	10	0.7
	1MHz－2MHz	5	0.3	5	0.3
	2MHz－10MHz	10	0.3	15	0.7
TV－V	垂直同期パルス振幅	10	0.3	10	0.3

2スイッチをプッシュし，CH2　INPUTに信号を接続して，SOURCEのINT　CH2でも同様の点検を行なう。

5. LINE 動作は，外部同期のときは，ライン電圧をそれぞれのSWEEP MODE，およびTRIG COUPLING の規格に合う電圧まで分圧して，TRIG IN 端子に加えて点検する。

6. TV－Vの動作点検を行なうときは，TV信号の垂直同期パルスの大きさが問題になる。つまり，内部同期のときは，管面上で，パルスの大きさが最低10 mm 必要であり，外部同期のときは最低0.3Vp-p必要となる。

—— 水平軸関係 ——

掃引時間

＜規格＞

TIME／CMスイッチにおける各レンジの確度は，周囲温度が＋20℃～＋30℃の間では±3％以内であること。また，1msec／cm での掃引長が11cm±1cm以内であること。

掃引時間の誤差は4－1式より算出する。

$$\text{掃引時間の誤差}(\%) = \frac{b}{a} \times 100 \cdots\cdots 4-1$$

a：スケールの全長（10 cm）

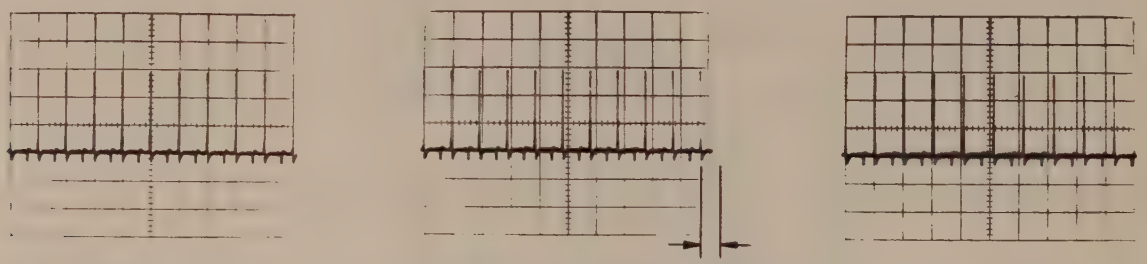
b：11個のマーカーパルスの長さ

＜点検と校正＞

1. MODEのCH1 スイッチをプッシュし，CH1のAC－GND－DCスイッチをACに，TIME／CMを1msec／cm に設定する。

2. タイムマーカー発生器の出力を1msec，50mVp-pに設定し，その出力をCH1　INPUTへ接続する。

4－8図　掃引時間の誤差の読み方



(a) 誤差　0％　　(b) 誤差　±3％　　(c) 誤差　－3％

3. そのときの管面上での掃引長が11cm±1cm 以内，掃引時間が±3％以内になっているか点検する。
掃引長および掃引時間が規格から外れているときは，次に述べる方法で校正する。
4. 掃引長だけが規格から外れているときは，R372 SWEEP LENGTH（4－1図参照）で規格に入るよう校正する。
5. 掃引時間だけが規格から外れているときは，R362 SWEEP CAL（4－1図参照）で規格に入るよう校正する。
6. 掃引長と掃引時間の両方が規格から外れているときは，R372とR362 を回転角度の中央に設定し，R426 NORM GAIN（4－1図参照）で掃引時間を規格内に合わせたのち，R372で掃引長を校正する。
7. タイムマーカー発生器の周波数を掃引時間に対応させて選択し，TIME／CMの．5sec／cm～20 μsec／cm までの全レンジの掃引時間を点検する。このとき，もし規格に入らないレンジがあれば，．5sec／cm～20 μsec／cm の全レンジの掃引時間が規格に入るよう，R362で校正する。
8. 次に，タイムマーカー発生器の周波数を10 μsec／5 μsec に設定し，TIME／CMを10 μsec／cm～2 μsec／cm に切換えて，掃引時間の確度を点検する。もし，誤差が±3％以上であれば，C511（4－1図参照）で校正する。
9. タイムマーカー発生器の周波数を1μsec と0.5μsec に設定し，TIME／CMの1μsec／cmと 0.5μsec／cmの掃引時間の確度を点検する。もし，誤差が±3％以上あれば，C513（4－1図参照）で校正する。

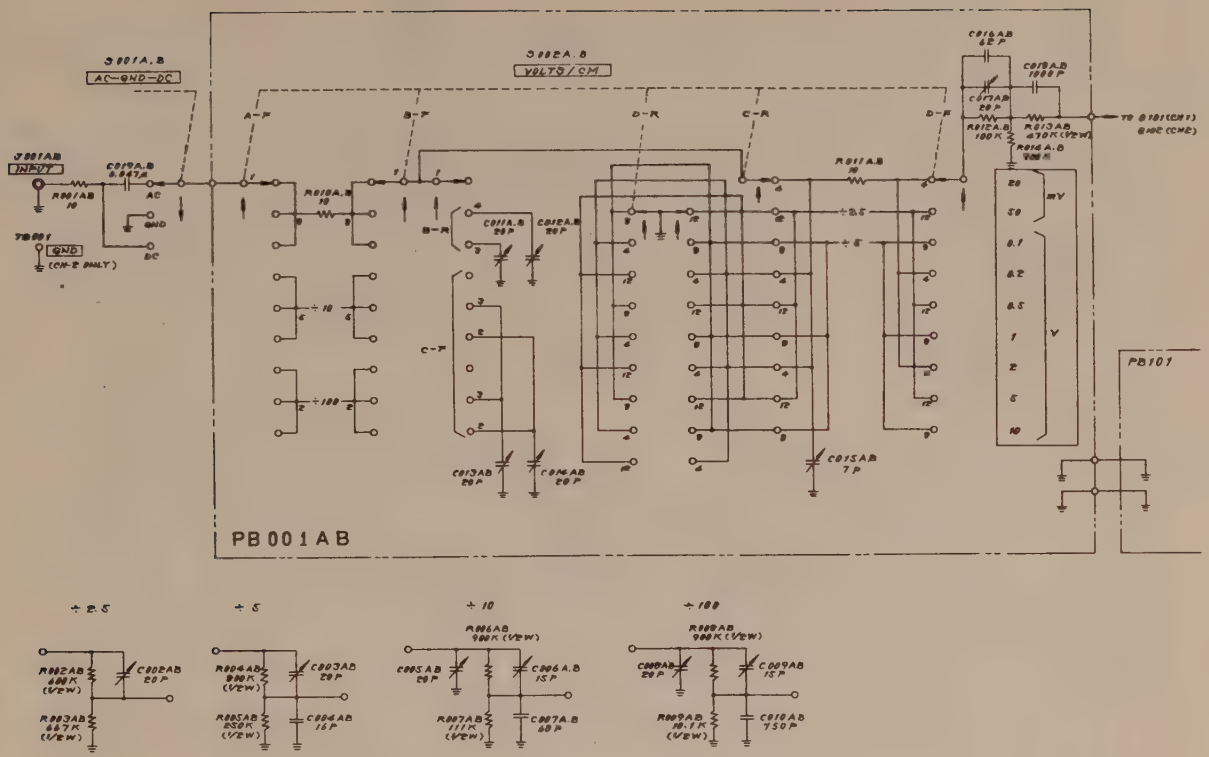
掃引拡大

＜規格＞

（PULL ×5 MAG）POSITIONをプルにすると，掃引時間（管面波形の左右の大きさ）は，プッシュした状態のときの5倍±5％以内となること。

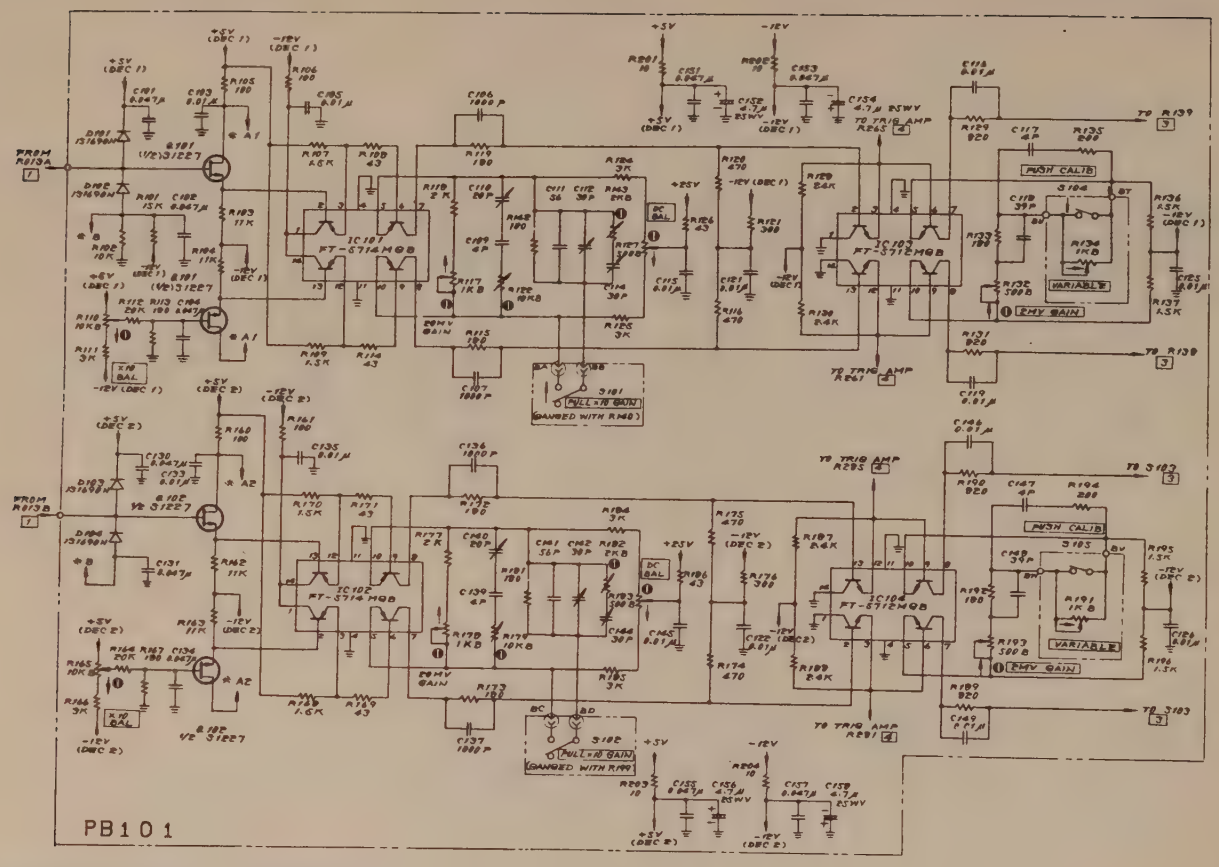
＜点検と校正＞

1. MODEのCH1スイッチをプッシュし，CH1のAC－GND－DCスイッチをACに，TIME／CMを1msec／cm に設定する。
2. タイムマーカー発生器の出力を1msec，50mVp-p に設定し，その出力をCH1 INPUTへ接続する。
3. POSITIONをプルにしたとき，掃引時間（管面波形の左右の大きさ）が5倍±5％以内に拡大されるか点検する。
4. もし，規格に入っていないときは，R431 ×5 MAG GAIN（4－1 図参照）で校正する。
5. タイムマーカー発生器の周波数を選択して，TIME／CMの全レンジを拡大したときの掃引時間を点検する。



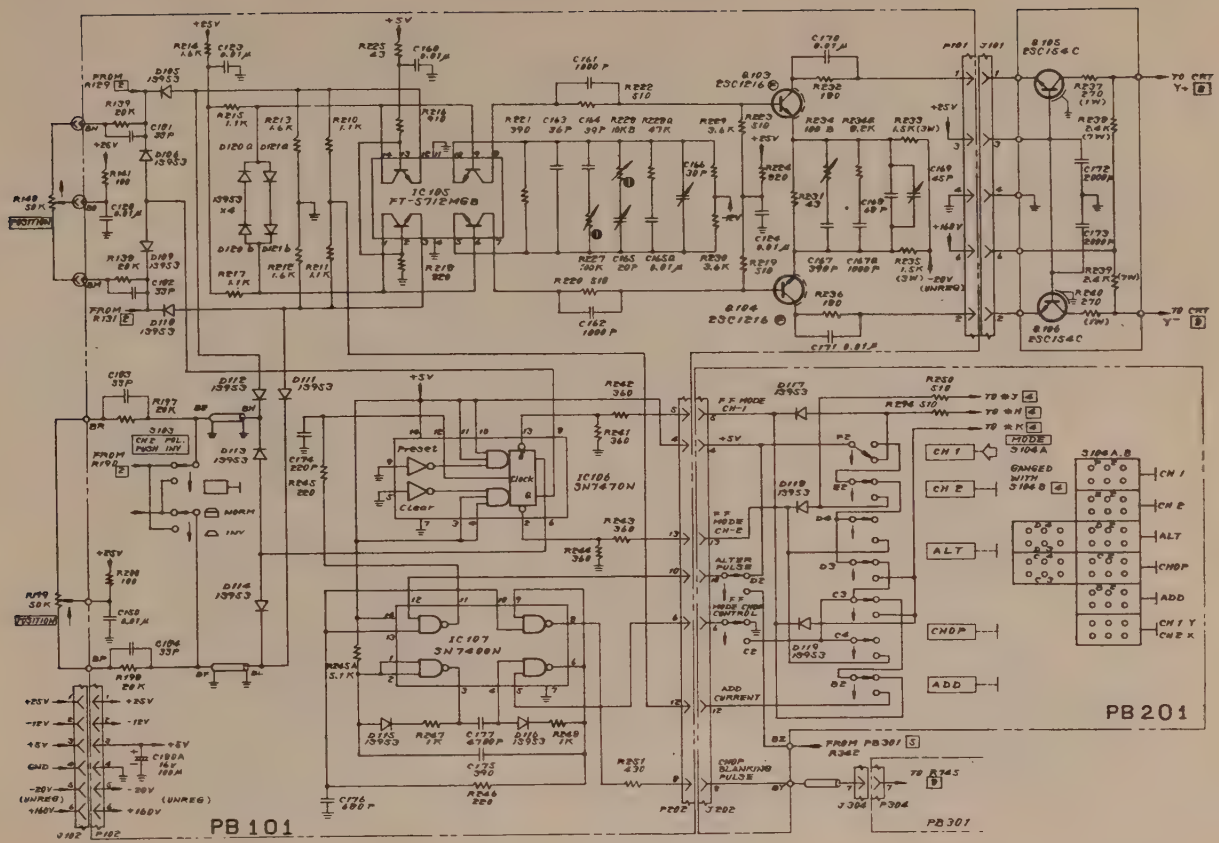
VERTICAL ATTENUATOR 1
(CH1 & CH2)

K-605733-3



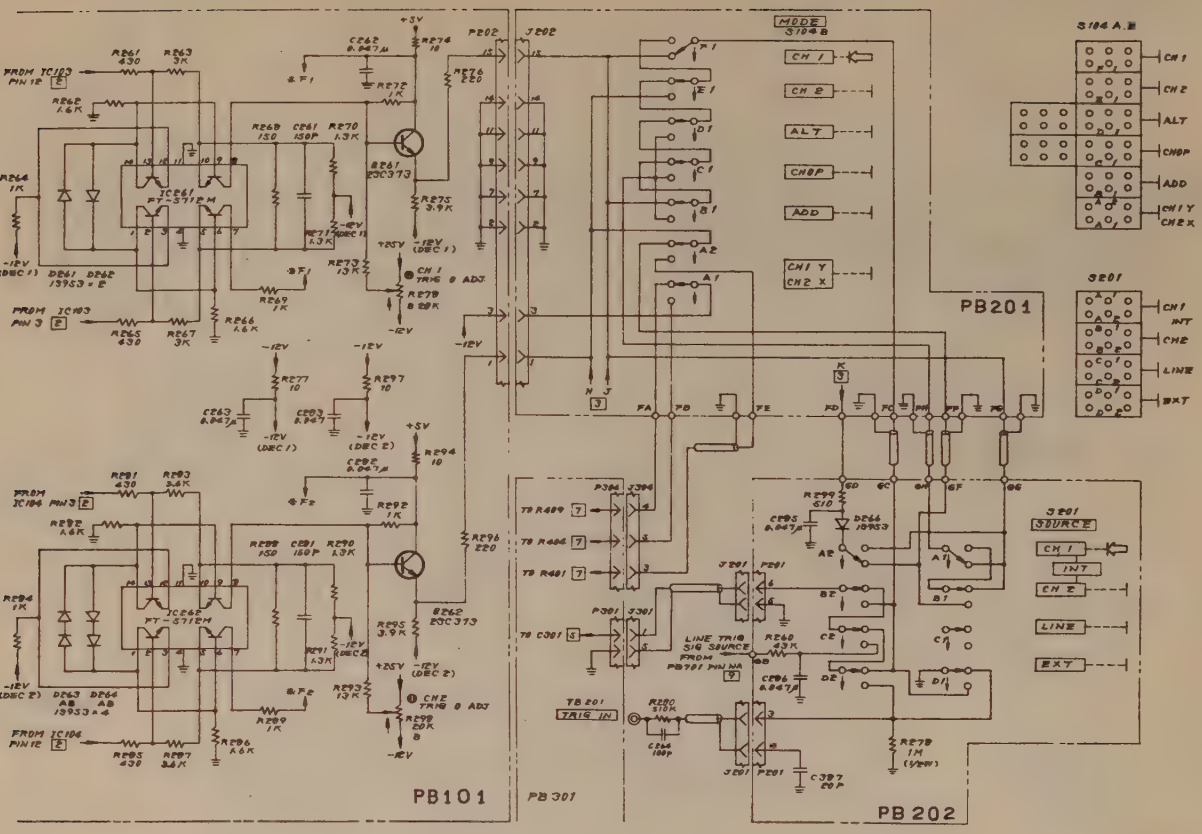
VERTICAL PRE-AMPLIFIER 2

K-605734-2



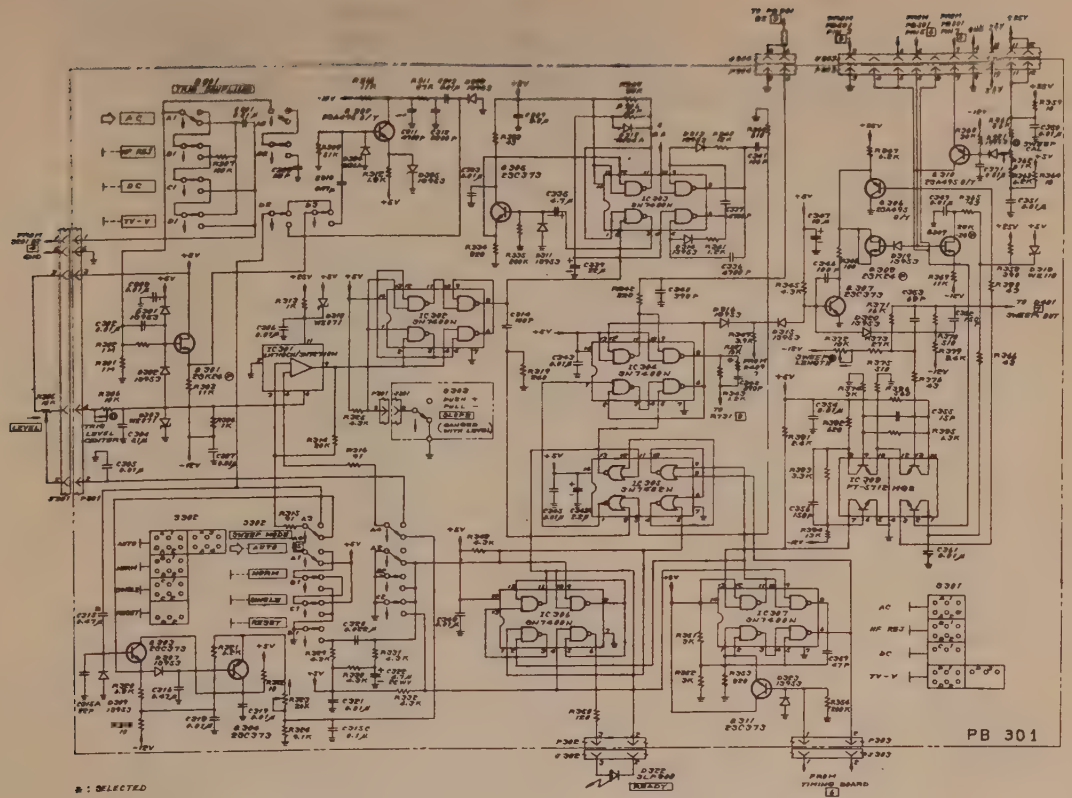
VERTICAL MAIN AMPLIFIER 3

K – 605735 – 3



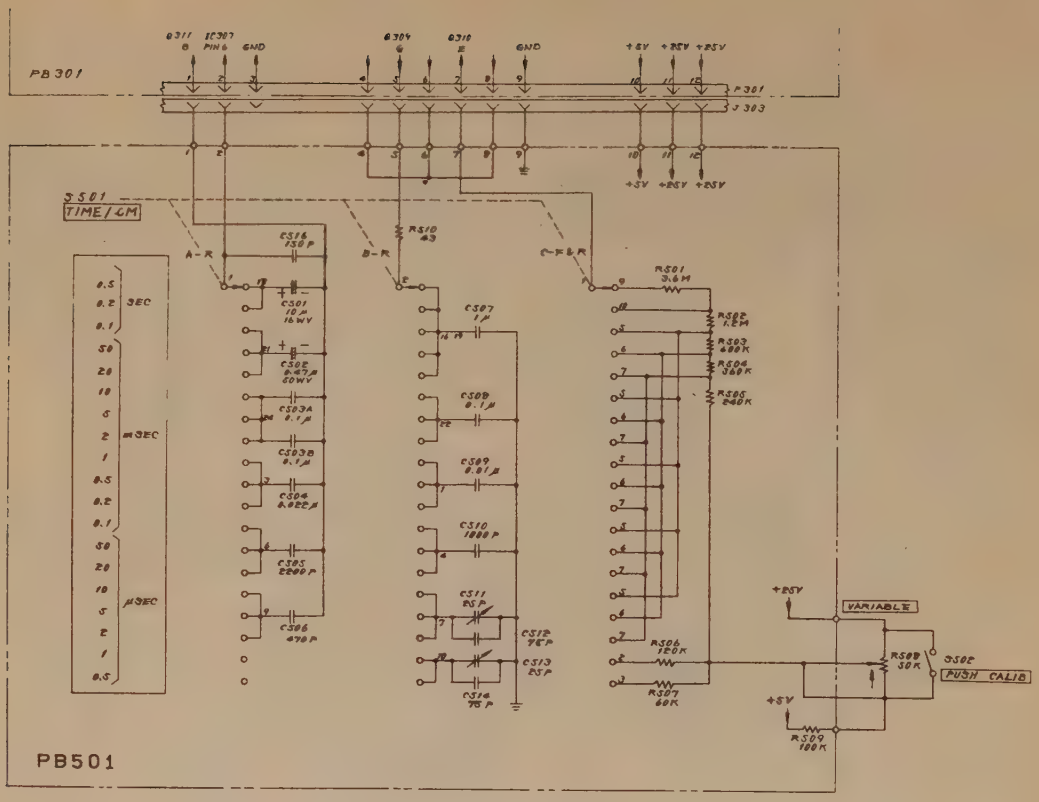
TRIGGER SIGNAL PROCESSING CIRCUIT 4

K—605736—4



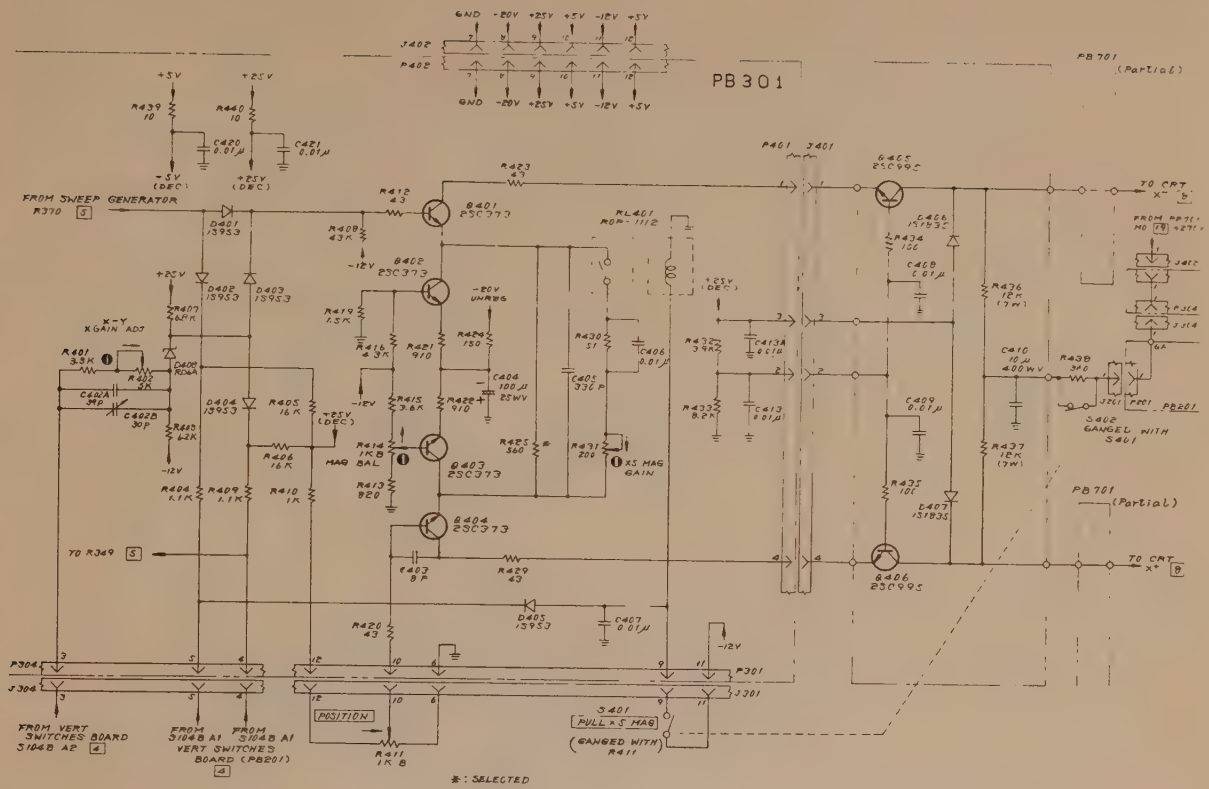
TRIGGER & SWEEP GENERATOR 5

G−601376−3



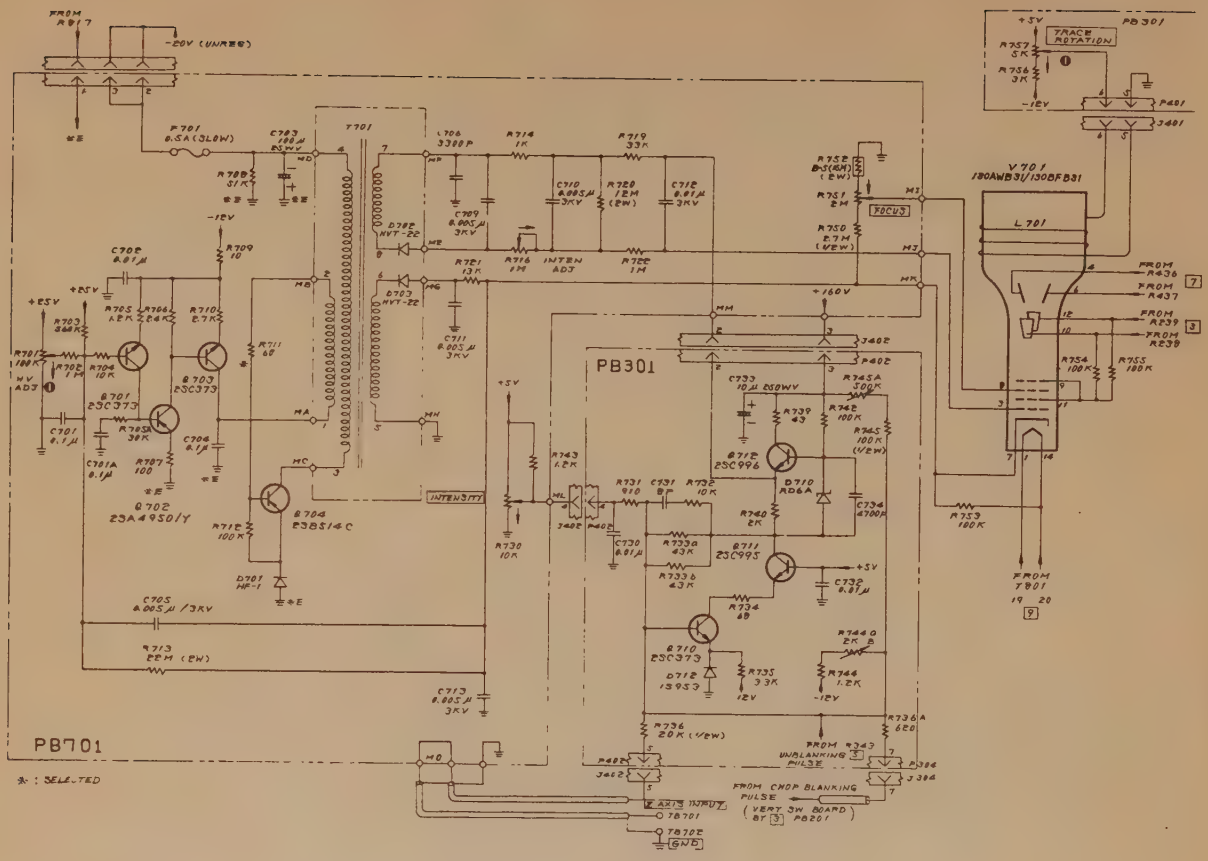
TIMING UNIT 6

K−605737−3



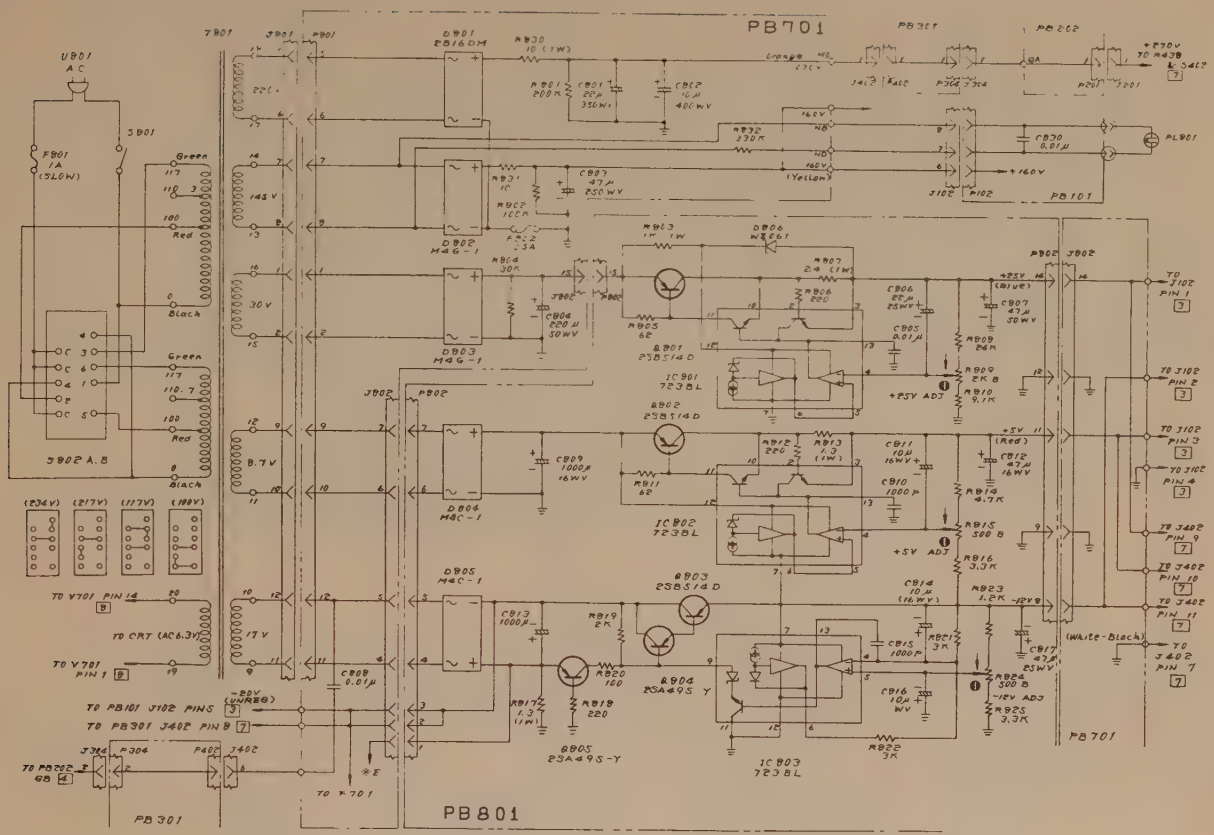
HORIZONTAL AMPLIFIER 7

K - 605738 — 5



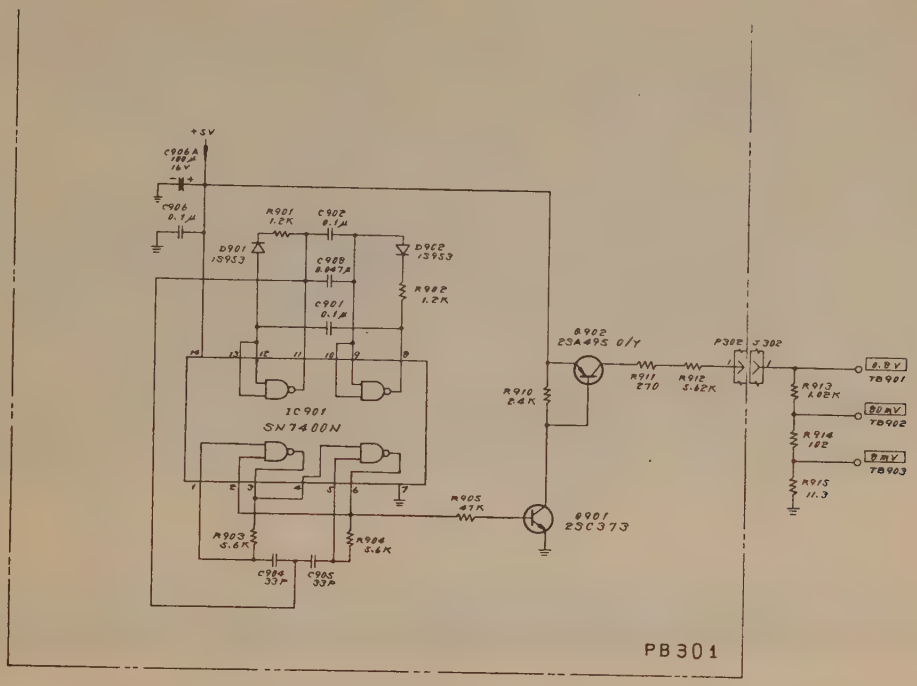
CRT CIRCUIT & Z AXIS AMPLIFIER [8]

K−605739−3



POWER SUPPLY 9

K-605740-3


+5V
C906A 100μ 16V
C906 0.1μ
R901 1.2K
C902 0.1μ
D901 1S953
D902 1S953
C903 0.047μ
R902 1.2K
C901 0.1μ
IC901 SN7400N
Q902 2SA495 O/Y
R910 2.4K
R911 270
R912 5.62K
P302
J302
R913 1.02K
R914 102
R915 11.3
0.8V TB901
80mV TB902
8mV TB903
R905 47K
Q901 2SC373
R903 5.6K
R904 5.6K
C904 33P
C905 33P
PB301

岩通サービスネットワークのご案内

岩崎通信機株式会社

計測器営業部 システム営業部 電通営業部	103 東京都中央区日本橋通り2-1-3(朝日生命館)	電話 (03)272－0461(大代) テレックス (222)2859
札幌営業所	060 札幌市中央区北二条西2－15(北炭ビル)	電話(011)241－5091(代表) テレックス (932)5 4 7
仙台営業所	980 仙台市中央2丁目1番7号(三和ビル)	電話(0222)25－7541(代表) テレックス (852)4 3 3
金沢営業所	920 金沢市高岡町2－40(金江ビル)	電話(0762)62－2241(代表) テレックス(5122)1 2 3
静岡出張所	420 静岡市小黒1丁目8番7号(和田ビル2階)	電話(0542)86－5216(代表)
名古屋支社	460 名古屋市中区錦1－3－2(殖産住宅ビル)	電話(052)211－5721(代表) テレックス (442)2636
大阪支社	541 大阪市東区南本町4丁目47番地(イトウビル)	電話 (06)252－1081(代表) テレックス (522)2273
岡山出張所	700 岡山市表町1－3－1(表町ビル3階)	電話(0862)31－4278(代表)
広島営業所	730 広島市中町7番41号(広島不動産ビル)	電話(0822)47－9324(代表) テレックス (652)6 0 4
高松営業所	760 高松市瓦町2丁目6番28号(琴高ビル)	電話(0878)61－2801(代表) テレックス(5822)1 7 9
福岡営業所	810 福岡市中央区天神1-10-24(福岡三和ビル)	電話 (092)77－4601(代表) テレックス (722)2 6 7
本社・工場 サービス課 八王子事業所	168 東京都杉並区久我山1－7－41 192 東京都八王子市石川町2969－1	電話 (03)334－1111(大代) テレックス (232)2042 電話(0426)44－3111(代表) テレックス(2862)5 3 4

岩崎シンクロスコープ販売株式会社

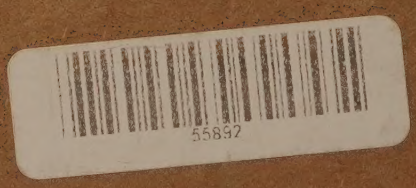
本社 東京営業所	105 東京都港区芝西久保巴町18番(第2松田ビル)	電話 (03)436－2461(代表)
西東京営業所	192 東京都八王子市石川町2969－1	電話(0426)44－6321(代表)
大宮営業所	330 大宮市桜木町4－1－95	電話(0486)43－3041(代表)
横浜営業所	221 横浜市神奈川区鶴屋町2-21-1(ダイヤビル)	電話 (045)312-7021(代表)

大阪岩崎シンクロスコープ販売株式会社

本社	530 大阪市北区南森町11(八千代第一ビル)	電話 (06)358－0181(代表)
神戸出張所	560 神戸市生田区加納町6－15(神戸関電ビル)	電話(078)331－9877(代表)
京都出張所	604 京都市中京区三条通東洞院西入梅忠町22(中井ビル)	電話(075)211－4571(代表)

主要営業品目

- 計測器
  - シンクロスコープ
  - サンプロスコープ
  - パルス発生器
  - デジタル測定器
  - 半導体測定器
  - 計測システム
  - スイッチ
  - ディジタルメモリ
- 通信機
  - 電話機
  - 交換機
  - ボタン電話
  - 自動ダイヤル
  - 留守番電話
  - ページング装置
  - 拡声装置
- 有線放送電話装置
- 電話設備工事
- 通信総合システム
- ファクス
- 電子複写機
- 電子複写製版機
- 情報機器
  - データ通信端末機器
  - データック
  - ドラフタック
  - デジタルプロッタ
  - データディスプレイ
  - 電子写真マイクロフィルム機器
  - IRリーダプリンタ


55837